جامعة دمشق
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافيا

استخدام نظم المعلومات الجغرافية في وضع خرائط المخاطر وإيجاد الحلول المناسبة لدرئها
(نموذج المخاطر الناجمة عن انهيار افتراضي لسد ما)

رسالة

أعدت لنيل درجة الماجستير في الجغرافيا

إعداد الطالب

محمد أمين الحريري

الإشراف

المشرف	المشرف المشارك
أ.د. بهجت محمد	د.م. محمد رقية

دمشق ٢٠٠٩

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

فهرس المصطلحات

فهرس المصطلحات الإنكليزية	
المصطلح	**شرح المصطلح باللغة العربية**
3d Analyst	أحد ملحقات برنامج ArcGIS والمختص بالنمذجة ثلاثية الأبعاد بالإضافة إلى تحليلات السطوح
ArcGIS	أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية من شركة ESRI
AcrScene	أحد ملحقات برنامج ArcGIS والمختص بمشاهدة البيانات بمنظور ثلاثي الأبعاد حيث يساعد على التحريك والرؤية من زوايا مختلفة والطيران الافتراضي فوق المكان
ArcView	أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية من شركة ESRI الإصدار القديم
Arch Dams	السدود الخرسانية المقوسة
Buttress Dams	السدود الخرسانية المدعمة
Concrete Dams	السدود الخرسانية الإسمنتية
Cross Sections	المقاطع العرضية لمجرى الوادي النهري
DEM	Digital Elevation Models تشكل بيانات رقمية على شكل خلايا تخزن في كل خلية قيمة واحدة تمثل متوسط الارتفاع حيث يتم الحصول على هذه البيانات عن طريق التوابع الصنعية
DHI	شركة عالمية دنمركية تقدم استشارات في مجال موارد المياه والبيئة والصحة
Direction	اتجاه
DTM	نموذج الارتفاع الرقمي Digital Terrain Model
Environment	بيئة
Fill ,Embankment Dams	السدود الإملائية أو الردمية
GeoMedia Grid	أحد ملحقات برنامج GeoMedia Pro والمختص بالتحليلات المكانية
GeoMedia Pro	أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية من شركة Intergraph
Geo-RAS	أحد ملحقات برنامج ArcGIS والمختص ببناء المنظومة الأساسية من المظاهر المكانية الهيدرولوجية والضرورية لعملية النمذجة المائية وهو اختصار لـ (Geographic-River Analysis System) أي برنامج التحليل المائي الجغرافي أو المكاني و هذا البرنامج ُطوّر من قبل المركز الهندسي الهيدرولوجي لصالح هيئة المحاصيل الأمريكية.
GIS	نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System
Global Mapper	أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية التي تتيح إمكانية تحميل الصور الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمي من المواقع العالمية
Google Earth Professional	برنامج يتيح مشاهدة الصورة الفضائية مع إمكانية تحميلها
GPS	نظام تحديد المواقع العالمي Global Position System
Gravity Dams	السدود الخرسانية التثاقلية
Grid	بيانات نموذج الارتفاع الرقمي على شكل خلايا متساوية الحجم مرتبة على شكل صفوف وأعمدة وتخزن في كل خلية قيمة واحدة وهذه البيانات من نوع Raster
HEC-RAC	برنامج متمم لبرنامج Geo-RAS والمختص بإجراء المراحل النهائية من عملية النمذجة المائية وهو اختصار لـ(Hydrologic Engineering Center- River Analysis System) أي برنامج التحليل المائي المُطوّر من قبل المركز الهندسي الهيدرولوجي لصالح هيئة المحاصيل الأمريكية.
Hydraulic	علم السوائل المتحركة
Ignition	موقع الاشتعال أو الحريق
Landsat	منظومة أقمار صناعية صممت خصيصاً لدراسة وكشف موارد الأرض وثرواتها والدراسات الخاصة باستعمالات الأراضي
MIKE 11	برنامج متخصص بهيدرولوجيا المياه من شركة DHI
MIKE 21	برنامج متخصص بهيدرولوجيا المياه من شركة DHI
Mosaic	عملية إنتاج صورة مجمعة من مجموعة من الصور المتجاورة
Polygon	مضلع وهي أحد أنواع البيانات من نوع Victor وهذه البيانات تكون على شكل مساحات أو مضلعات
Profile	مقطع

فهرس المصطلحات الإنكليزية	
المصطلح	**شرح المصطلح باللغة العربية**
QuickBird	تابع صنعي أمريكي الصنع يعطي صور فضائية بدقة تمييز عالية ٦١×٦١ سم وذات استخدامات متعددة
Raster	أحد صيغ البيانات في نظم المعلومات الجغرافية وهي عبارة عن بيانات نقطية بشكل خلايا Pixels
Resources	المصادر أو الثروات
SHP-File	أحد صيغ البيانات في نظم المعلومات الجغرافية والمدعومة من قبل شركة ESRI
Side Pressure	الضغط الجانبي
Source	المصدر أو المنشأ أو المنبع
Spatial Analyst	أحد ملحقات برنامج ArcGIS المختص بالتحليلات المكانية للسطوح
Spot	تابع صنعي فرنسي الصنع مختص بمراقبة سطح الأرض يعطي مرئيات بدقات مختلفة حسب الغاية والهدف من الدراسة
Steady Flow	حالة الجريان الطبيعي والمختصة بتمثيل حالة الفيضان الناجمة عن الأمطار الغزيرة
Storage Area	البحيرة التخزينية للسد
The Greenhouse Effect	ظاهرة الاحتباس الحراري
TIN	بيانات نموذج الارتفاع الرقمي على شكل شبكة مثلثات غير منتظمة Triangulated Irregular Network ونموذج هذه البيانات من نوع Vector
Unsteady Flow	حالة الجريان الاصطناعي (المتغير) والمختصة بتمثيل حالة الفيضان الناجمة عن انهيار سد
Victor	وهي أحد صيغ البيانات في نظم المعلومات الجغرافية وهي عبارة عن بيانات خطية تستخدم في تمثيل المظاهر الجغرافية المكانية من نقاط وخطوط ومساحات
Water	المياه
Wind	الريح
WMS	برنامج متخصص بهيدرولوجيا المياه Watershed Modeling System والمُطّور من قبل جامعة بريغهام يونغ الأمريكية-ولاية أوتاوا

تنويه:

تم في هذا البحث تطبيق منهجية الدراسة على حوض مائي ساحلي هو حوض وادي نهر قنديل ، وعلى سد تخزيني محدد في هذا الحوض هو سد بللوران كنموذج بحثي ، ولا يعني ذلك على الإطلاق وجود أي خطر أو خلل مرصود يتهدد السد والمنطقة الواقعة أسفله ، بل تشير كل البيانات والدراسات إلى سلامة هذا السد ، ونرجو أن لا يحدث مكروه لأي منِشأة ولأي فرد في وطننا الغالي...

مقدمة البحث

-مقدمة
- أهمية البحث ومبرراته
- مشكلة البحث
-أهداف البحث
-منهجية البحث
-مادة البحث وأدواته ووسائله وأساليبه ومصادر البيانات
-الدراسات السابقة

مقدمة:

علم الجغرافيا علم واسع ومتعدد الجوانب يدرس الظاهرات الطبيعية والبشرية والعلاقات المتبادلة فيما بينهما ومع تطور العلم وتزايد المعرفة فإن مواكبة التطور أصبحت حاجة ضرورية وملحة.

وقد لحقت الجغرافيا بهذا الركب من التطور الحاصل في مجال العلم ولاسيما التطور في المجال المعلوماتي من خلال نظام المعلومات الجغرافية الذي يُعد أداة قوية وفعالة في الدراسات والأبحاث المتعلقة بالظاهرات المكانية وإجراء التحليلات والتساؤلات وإنتاج الخرائط والتي هي أحد المهام الرئيسية للجغرافي.

إن نظام المعلومات الجغرافية GIS (Geographic Information System) عبارة عن نظام حاسوبي يقوم على إدخال المعلومات والبيانات المكانية وربطها ببيانات وصفية ومن ثم إجراء كافة عمليات التحليل والاستفسار وبالتالي الحصول على مخرجات تخدم هدف البحث والدراسة المطلوبة وهذا يدفعنا إلى استخلاص نتيجة مهمة وهي أن نظام المعلومات الجغرافية له دور كبير وفعال في عصرنا الحالي وذلك للكم الهائل من المعلومات التي يستطيع هذا النظام معالجتها بسرعة واستخراج الحلول منها في كافة المجالات الاجتماعية والاقتصادية والبشرية والخدمية والبيئية والطبيعية ، ولما للنظام من أهمية في دراسة الظواهر البيئية والطبيعية فإن دوره في دراسة المخاطر والكوارث ومنها مخاطر انهيار السدود والتي ستكون نموذجا بحثيا للدراسة ، يعد أساسياً في تحديد المخاطر المتوقعة والحلول الممكنة سواء في مرحلة الإعداد لمواجهة الخطر أم في مرحلة معالجة نتائج الحوادث وآثارها..

أهمية البحث ومبرراته:

تكمن أهمية البحث في إعداد دراسة وخطة متكاملة وتصور مستقبلي في حالة الكوارث والتي تتمثل على سبيل المثال بحالة انهيار افتراضي لسد ما وإعداد خطط لدرء الخطر الناجم عن انهياره وعمليات الغمر المائي للتجمعات التي ستتضرر نتيجة لذلك.

ونتيجة للأخطار الناجمة عن انهيار السدود وما تحدثه من كوارث على الصعيد البشري والاقتصادي والطبيعي... كان لابد من إنجاز بحث يتطرق لهذا الموضوع بطريقة علمية وموضوعية.

وسيتم ذلك من خلال توظيف نظام المعلومات الجغرافية GIS وإجراءات عمليات التحليل المكاني والنمذجة والتحليلات المناسبة وذلك من أجل وضع التصورات المستقبلية والخطط لها.

وبالتالي وضع هذا التصور المستقبلي بين يدي متخذي القرار من أجل الإعداد المناسب لهذه الكوارث قبل حدوثها والتعاون بين كافة الأطر لدرء هذا الخطر.

مشكلة البحث

مرت بعض المنشآت في سورية بعدد من الحوادث خلال السنوات الماضية والتي نبهت إلى ضرورة التهيؤ لمواجهتها، لكن الواقع يشير إلى المشكلة التالية التي سنحاول معالجتها في هذا البحث:

- عدم وجود تخزين وتنظيم جغرافي للبيانات المكانية المتعلقة بالمنشآت الهامة وبالتالي صعوبة استرجاع هذه البيانات سواء لأغراض إدارة المنشآت أو بغرض معالجة المخاطر الناجمة عن كوارث يمكن أن تصيب هذه المنشآت .
- عدم وجود تصورات مسبقة (سيناريوهات) للمخاطر التي يُمكن أن تنشأ عن حادث معين يصيب المنشآت الهامة وتعتمد في تمثيلها على التقنيات والأنظمة الحاسوبية كنظام المعلومات الجغرافية وغيرها من الأنظمة الأخرى ،والتي يُمكن أن تقدم لنا صورة عن الأضرار التي يمكن أن تنجم عن المخاطر، وبالتالي خطة إدارة مناسبة للأزمات والكوارث.

أهداف البحث:

- دراسة الوضع الراهن للسد المفترض.
- دراسة المنطقة المحيطة بالسد ولاسيما الواقعة بعده.
- دراسة الأماكن السكنية وتوزعات الأراضي المحيطة بالسد.
- وضع تصور مستقبلي لحالة الانهيار الافتراضي للسد والأخطار المتوقعة الناجمة عن الغمر المائي والأضرار المترتبة عن ذلك.
- اقتراح الخطط والحلول المناسبة للحد قدر الإمكان من أضرار الكارثة في حالة وقوعها.
- وضع هذه الدراسة بين يدي متخذي القرار وذلك بعد إطلاع جميع المختصين والباحثين عليها من أجل الإعداد المناسب لخطر الكوارث .

منهجية البحث:

تُعرّف المنهجية بأنها الطريقة التي تتم من خلالها عملية المعالجة والتحليل للظاهرات الطبيعية الجغرافية وأماكنها وتوزعها والعلاقات المتبادلة فيما بينها وبالتالي الحصول على نتائج وحقائق تخدم هدف الدراسة.

وتمثلت مناهج البحث بـ :

- المنهج الإقليمي: الذي اعتمد على دراسة خصائص الإقليم للمنطقة المدروسة...

- منهج البحث الكارتوغرافي: الذي اعتمد على دراسة الخرائط الرقمية ونموذج الارتفاع الرقمي والصور الفضائية وتحليلها وتفسيرها ومن ثم توظيفها في عملية البحث.

- المنهج الوصفي التحليلي: من خلال هذا المنهج تم توصيف البيانات والمعطيات ومن ثم عمليات التحليل للحصول على النتائج المرجوة من هذا البحث.

- المنهج التطبيقي التقني: من خلال الاعتماد على نظام المعلومات الجغرافية GIS والأنظمة الهيدرولوجية الهندسية المساعدة في إجراء تصور مستقبلي و نمذجة مائية لانهيار افتراضي للسد .

مادة البحث :

اعتمد البحث على كل من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، والصور الفضائية وعلى القياسات المنفذة من قبل الجهات المعنية.

أدوات البحث :

تمثلت ببرمجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS والمتمثل بـ GeoMedia Pro و GeoMedia Grid وArc View وبعض الملحقات كـ 3d Analyst, Spatial Analyst وArcGIS بالإضافة إلى برنامج النمذجة المائية WMS7.1 والأدوات الحاسوبية الأخرى أداة البحث التي ينفذ بواسطتها.

أساليب البحث:

أعتمد البحث على أسلوبين رئيسيين:

- الأسلوب الوصفي التحليلي : والذي تم من خلاله وصف وتحليل الخرائط الناتجة عن عمليات النمذجة ومن ثم الحصول على الحلول والنتائج المطلوبة.

- الدراسة الميدانية والتي تم من خلالها إلقاء نظرة عن كثب لمنطقة الدراسة والتأكد من صحة الخرائط والمخططات وبعض المعلومات الأخرى وتم استخدام نظام تحديد المواقع الجغرافي العالمي GPS.

مصادر البيانات:

تتمثل مصادر البيانات بـ :

١- المراجع والأبحاث العلمية وصفحات الانترنيت التي تختص بهذه الدراسة.

٢- الخرائط الطبوغرافية من المؤسسات العامة للمساحة.

٣- الخرائط والمخططات والرقمية من وزارة الإدارة المحلية والبيئة .

٤- البيانات والمعلومات الخاصة بالدراسة من وزارة الإدارة المحلية والبيئة.

٥- البيانات والمعلومات الخاصة بالدراسة من وزارة الري.

٦- البيانات والمعلومات الخاصة بالدراسة من وزارة الزراعة.

٧- الدراسات والجولات الميدانية.

الدراسات السابقة:

١- استخدام التقنية والتكنولوجيا في نمذجة انهيار سد

* الشركة الدارسة: المعهد الدانمركي لهيدروليك المياه والبيئة.

Danish Hydraulic Institute–Water & Environment

* الجهة المستفيدة: دانيدا (الوكالة المركزية للمياه)حكومة الهند.

* موقع الدراسة: سد (Macchu II)- مقاطعة راجَكوت في ولاية جوراجات (الهند).

* شرح الدراسة: تعرض سد ماكشو(Macchu) الثاني على نهر(Macchu) في مقاطعة راجَكوت من ولاية جوراجات للإنهيار عام ١٩٧٩ م نتيجة لسقوط مطري كبير وغير متوقع حيث أن كمية التغذية أكبر بضعفين لثلاثة أضعاف سعة التصريف ونتيجة لذلك فإن بلدة موربي Morbi الواقعة بعده بمسافة حوالي ٦ كم قد تعرضت للفيضان مما أدى إلى تهدم آلاف المنازل ووفاة حوالي ٢٥٠٠ شخص.

أظهرت نتائج النمذجة لـ DHI عبر نظامي (MIKE 11 , MIKE 21) والتصورات المتوقعة لانهيار هذا السد تطابق لمثيلتها التي حدثت عام ١٩٧٩.

*مصدر الدراسة: على الرابط الإلكتروني:
www.dhigroup.com/upload/dambreakrisks.pdf

٢-التنبؤ بفيضان مفاجئ نتيجة لتعرض السد لحادث ما- خطة دراسة مقترحة لسد The Tha Dan.

*الشركة الدارسة: شركة Pakorn في تايلند .

*موقع الدراسة: سد تا دان (The Tha Dan) – إقليم نايوك Nayok (تايلندا).

*شرح الدراسة: تتمثل هذه الدراسة في وضع حالة تنبؤ لفيضان سد ناتج عن حادث يتعرض له السد أو فيضان عبر مكان تصريف السد.

يقع هذا السد على ارتفاع ١١٤م عن سطح البحر وبسعة تخزينية ٢٢٤ مليون م٣ وتشكل منطقة الدراسة مساحة بحوالي ٢٦١٠ كم٢ تشكل منها ٨٥% أي حوالي ٢٢٢٥ كم٢ مناطق زراعية ، ١٣% أي حوالي ٣٣٧ كم٢ غابات ، ١.٤% مناطق تغمرها المياه حوالي ٣٨كم٢ و٠.٤% مساحات سكنية أي ١٠كم٢.

أما الأدوات التي استخدمت في الدراسة فهي خرائط طبوغرافية بمقياس 1/50000 و1/250000 وصور فضائية (Landsat 5 TM (Thematic Mapper بالإضافة للبيانات الهيدرولوجية وأحواض التصريف وبرمجيات الـ GIS.

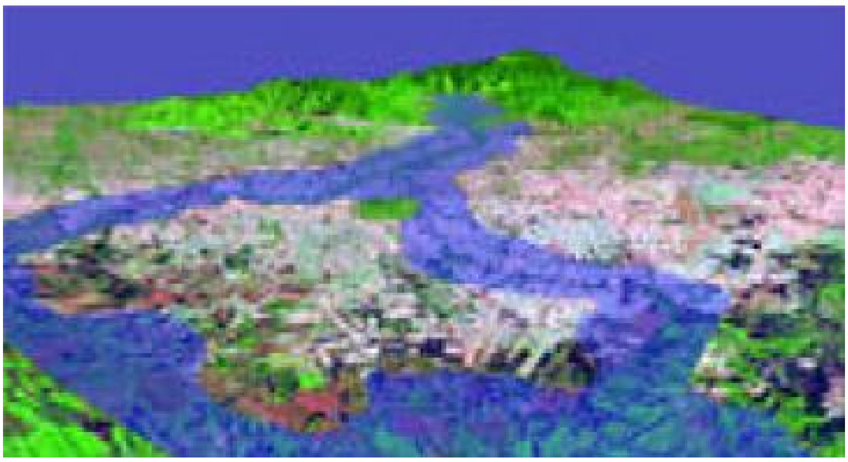
قسمت نتائج الدراسة حسب درجة الخطر إلى عدة درجات منها :

- <u>حالة الفيضان الناتج عن انهيار السد :</u>

خلصت النتيجة أن قرية باو تا دان (Bau Tha Dan) الواقعة بعد السد بمسافة ٢٠٠م ستغمر بالكامل بمياه الفيضان وأعلى مستوى للفيضان سيبلغ ارتفاع ٤٣.٨ م وحجم المياه التي ستصب بـ٢٢١٥٠٦ م٣/ثا وبسرعة١٩.٧م/ثا والفيضان سينحسر عن القرية بعد ساعتين، وستصل تدفقات هذا الفيضان لمدينة أمفوي موانغي (Amphoe Muange) التي تبعد حوالي ٢٧.٨ كم عن موقع السد بغضون ١.٣ ساعة وأعلى ارتفاع لمستوى المياه سيصل إلى ٩م بغضون ٥ ساعات ، حجم المياه التي ستصب بحوالي ٨٨٣٧ م٣/ثا وبسرعة ٤م/ثا.

مساحة المنطقة المتضررة نتيجة لذلك هي ٣٩٢ كم٢ أو ١٤.٨% من منطقة الدراسة ٣١٦كم٢ مناطق زراعية و٣ كم٢ مساحات سكنية.

الشكل -١- حالة الفيضان الناتجة عن انهيار سد



- <u>حالة الفيضان الناتج عن تدفق كبير عبر مكان التصريف:</u>

خلصت نتيجة هذه النمذجة على أن قرية باو تا دان (Bau Tha Dan) لن تتأثر بالفيضان بينما مدينة أمفوي موانغي (Amphoe Muange) لن تستطيع تجنب هذا الفيضان حيث ستصل التدفقات المائية بغضون ٣ ساعات وسيصل ارتفاع المياه لحوالي ٦.٤ م بغضون ٢٢ ساعة وسينحسر بعد ٤١ ساعة.

مساحة المنطقة المتضررة هي ٤٣ كم٢ أو ١.٦% وهي تمثل ٣٤ كم٢ مناطق زراعية و١.٧ كم٢ مساحات سكنية.

الشكل -٢- حالة الفيضان الناتج عن تدفق كبير عبر مكان التصريف



*<u>مصدر الدراسة</u>: على الرابط الإلكتروني
www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/pdf/154PETCH.pdf

الفصل الأول

المخاطر في سورية (مصادرها وتكرارها)

مقدمة

تعرف الكارثة بأنها تعطل خطير للحياة العامة في المجتمع ينتج عنه حدوث خسائر بشرية ومادية واقتصادية وبيئية واسعة تفوق مقدرة المجتمع المتأثر على التعامل معها، حيث يمكن أن تحدث في أي وقت وأي مكان، فبالنظر لأخطار الكوارث وما تتركه من آثار سيئة على المجتمع من الناحية البشرية والاقتصادية وما تدمره من بنى تحتية فلا بد لنا من تسليط الضوء على مصادر الكوارث والمخاطر في سورية والتي تشكل تهديداً كبيراً في حال حدوثها.

١-١- التغيرات المناخية

بدأت التبدلات المناخية الخارجة عن نطاق المألوف تثير مخاوف العالم من حدوث كوارث بيئية خطيرة تهدد مصير الحياة على سطح الكرة الأرضية ، فأصبحت ترى مناطق تشهد سيولا وفيضانات وأخرى تعانى من تصحر وجفاف ، مناطق تنخفض فيها درجات الحرارة عن المعتاد وأخرى ترتفع محدثة ذوباناً للجليد وحرائق في الغابات وهذه التغيرات تفسر بمجموعتين من العوامل أولاً العوامل الطبيعية الناتجة عن التحولات التي تصيب سطح الأرض لأسباب فلكية أو باطنية وثانياً العوامل البشرية الناتجة عن حرق الإنسان الفحم والخشب والنفط والغاز وغيرها، وإطلاق كميات هائلة من المركبات الكيميائية السامة إلى الجو مثل ثاني أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت، وهذه الغازات والتي تسمى غازات الاحتباس الحراري تعتبر غازات ثقيلة، فتبقى في النطاق السفلي للغلاف الغازي للأرض ،فأي اختلاف في تركيبة هذا الغلاف يضر بالحياة ويسبب خللاً، فطاقة الشمس تسقط على سطح الأرض بصورة أشعة قصيرة الموجة، فيقوم سطح الأرض والغلاف الجوي بإعادة جزء من هذه الأشعة، أما القسم الأكبر من هذه الأشعة يمر عبر الغلاف الجوي لتدفئة سطح الأرض.

تقوم الأرض بعكس الأشعة إلى الفضاء على شكل موجات أو أشعة حمراء (طويلة الموجة) ونتيجة لبقاء غازات الاحتباس الحراري في النطاق السفلي للغلاف الجوي فإن معظم الأشعة فوق الحمراء المنبعثة من سطح الأرض تُمتص في الغلاف الجوي لسطح الأرض الأمر الذي يؤدي إلى رفع درجة الحرارة في ظاهرة تسمى الاحتباس الحراري، وثقب طبقة الأوزون. *

فقد لوحظ ارتفاع نصف إلى درجة مئوية في حرارة الأرض خلال القرن الماضي، وإذا ما استمرت ظاهرة الاحتباس الحراري، فمن الممكن أن ترتفع حرارة الأرض ١.٥ إلى ٤.٥ درجة مئوية إضافية حتى عام ٢٠٣٠ و ٦.٨ درجة مئوية في نهاية القرن.

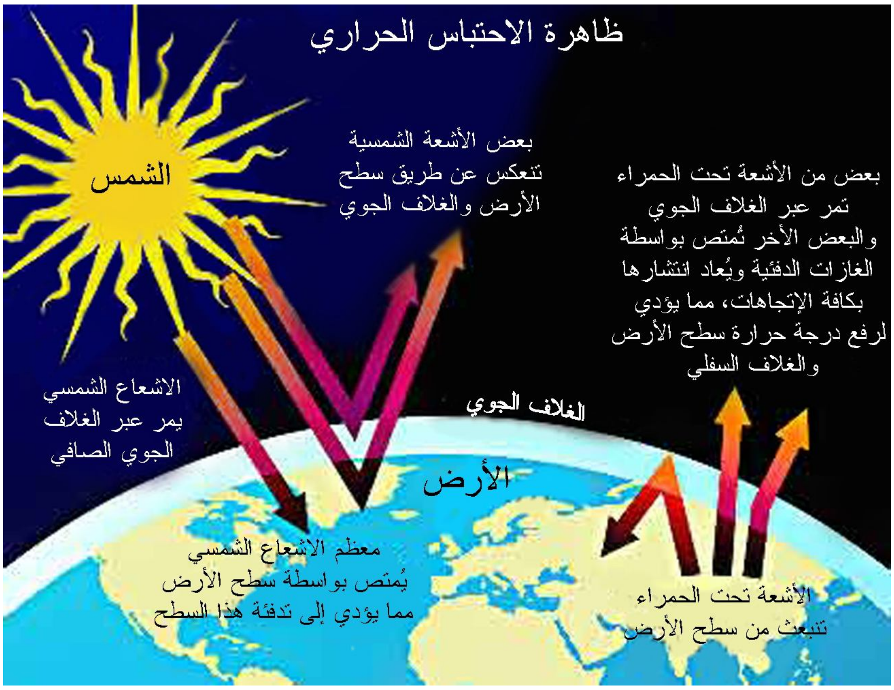
---

* فهم التغيرات المناخية - دليل المبتدئين لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ وبروتوكول كيوتو- برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP وأمانة اتفاقية تغير المناخ UNFCCC والوكالة السويسرية للبيئة والغابات والأراضي-١٩٩٩- ص ٣ و ص ٤.

* تقييم حساسية القطاع الزراعي لتغير المناخ وسياسات التكييف في سورية- نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية –برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٩ ص ٤.

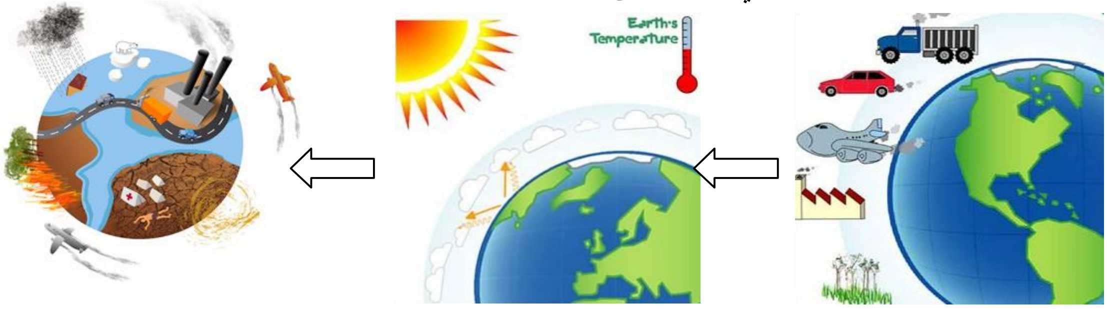
أظهرت الدراسات الجيولوجية أن العالم سيشهد في الفترة القادمة تغيرات مناخية ستهز العالم على الصعيدين الاقتصادي والسياسي حيث ستؤدي إلى اختلال بيئي كبير، فالمدن الساحلية والدول الساحلية ذات الأراضي المنخفضة عن سطح البحر، وأراضي الدلتات وكثير من الجزر بالمحيط الهادي والأطلسي والهندي سوف تتعرض لغرق مساحات شاسعة مع ارتفاع مستويات البحار، أما المناطق القريبة من خط الاستواء فقد تصبح صحارى يستحيل الحياة فيها، ومن مخاطر الاحتباس الحراري أيضا إحداث العواصف والأعاصير المدمرة بالإضافة لأضرار صحية وظهور أمراض جديدة بسبب زيادة نسبة الغازات السامة في الجو والتي تضر بالإنسان والحيوان والنبات. *

الشكل -٣- ظاهرة الاحتباس الحراري



المصدر: الموقع الإلكتروني Young Greens **

الشكل -٤- ظاهرة الاحتباس الحراري وتأثيره على الكرة الأرضية **



الغازات الدفيئة المنبعثة نتيجة للنشاطات البشرية | ارتفاع درجات الحرارة نتيجة لظاهرة الاحتباس الحراري | آثار ونتائج الاحتباس الحراري كالجفاف والتصحر والفيضانات وذوبان الثلوج وغيرها

* شفا مثبوت- تغيّر المناخ واستراتيجيات مكافحة التصحّر في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في القطر العربي السوري - رسالة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية -٢٠٠٧.
** الموقع الإلكتروني Young Green على الرابط الإلكتروني:
http://www.younggreens.ie/main/?p=89

١-١-١- تغير المناخ في سورية :

يرتبط التغيير المناخي في سورية بتغيير المناخ العالمي فالتزايد الحاصل في النشاط البشري في سورية خلال العقود الأخيرة والتغيرات الكبيرة في القطاع الزراعي كاستصلاح واستغلال الأراضي الزراعية وزيادة المساحات المروية وإقامة السدود السطحية إضافة إلى زيادة أعداد المواشي وتدهور أجزاء كبيرة من المنطقة الجافة نتيجة الرعي الجائر والاحتطاب ...قد يقودنا في المستقبل القريب إلى حدوث تغيرات في الميزان الإشعاعي والحراري وبالتالي المائي للمناطق المختلفة مما يؤثر بالنتيجة على المناخ المحلي للمنطقة بشكل عام ، فقد دلت دراسات الوضع الراهن والمستقبلي للمناخ في سورية، الصادرة عن مشروع نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية في تقرير تقييم حساسية قطاع المناخ في سورية، والتي حللت معلومات القيم المتوسطة السنوية والفصلية لـ ٣٠ محطة رصد جوي مختارة لمختلف المناطق المناخية السورية والمتمثلة بدرجة حرارة الهواء السطحية والأمطار لفترة ٥٢ سنة بين عامي ١٩٥٥ و٢٠٠٦م وذلك بهدف إظهار اتجاهات المناخ خلال فترة معينة،إلى ارتفاع في القيم المتوسطة السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية في عدد كبير من المحطات وأيضاً انخفاض القيم المتوسطة السنوية للهطول المطري بشكل عام لكن بزيادة ملحوظة في بعض المحطات،ربما تكون الأسباب التي أدت إلى تلك التغيرات غير واضحة تماماً وربما للتغيرات المناخية تأثير في ذلك.(الخارطة ١ تبين توزع المحطات المستخدمة في الدراسة، الخارطة ٢ تظهر التغيرات في القيم المتوسطة السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية في محطات الرصد المختارة مابين عامي ١٩٥٥و٢٠٠٦، الخارطة ٣ تظهر التغيرات في القيم المتوسطة السنوية للهطول المطري في محطات الرصد المختارة مابين عامي ١٩٥٥و٢٠٠٦).*

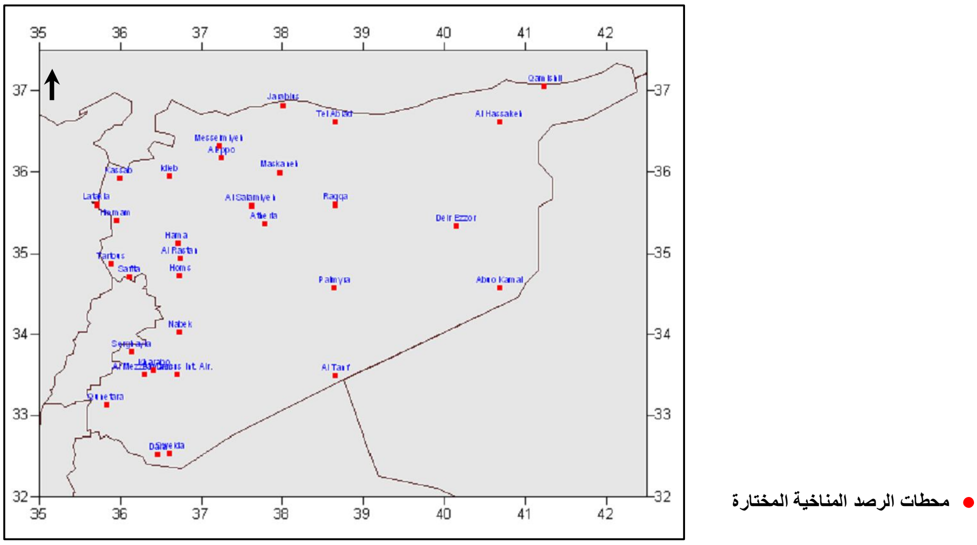
من جهة أخرى فإن التطور الكبير في الصناعة وقطاعات النقل قد أدى إلى زيادة كبيرة في استهلاك الوقود وزيادة تلوث الهواء ، فقد أشارة تقديرات عام ١٩٩٨ إلى أن انبعاثات الغازات الملوثة في سورية بلغت بحدود ١٧ مليون طن /سنة من ثاني أوكسيد الكربون،٧٠ألف طن /سنة من أول أوكسيد الكربون،٦٤ ألف طن / سنة من أكاسيد الآزوت و٢٦٧ ألف طن /سنة أكاسيد الكبريت، وتعد المحطات الحرارية ومحطات تكرير النفط والصناعات المختلفة وخاصة الاسمنت والأسمدة إضافة إلى وسائل النقل والتدفئة أخطر مصادر تلوث الهواء في سورية (الخارطة رقم٤ تُظهر توضع بعض الصناعات الأساسية في سورية).إن كل هذه الإشارات قد تكون بمثابة تحذير لتغير تدريجي للمناخ في سورية قد يكون له آثار سلبية على البيئة والاقتصاد والمجتمع. **

---

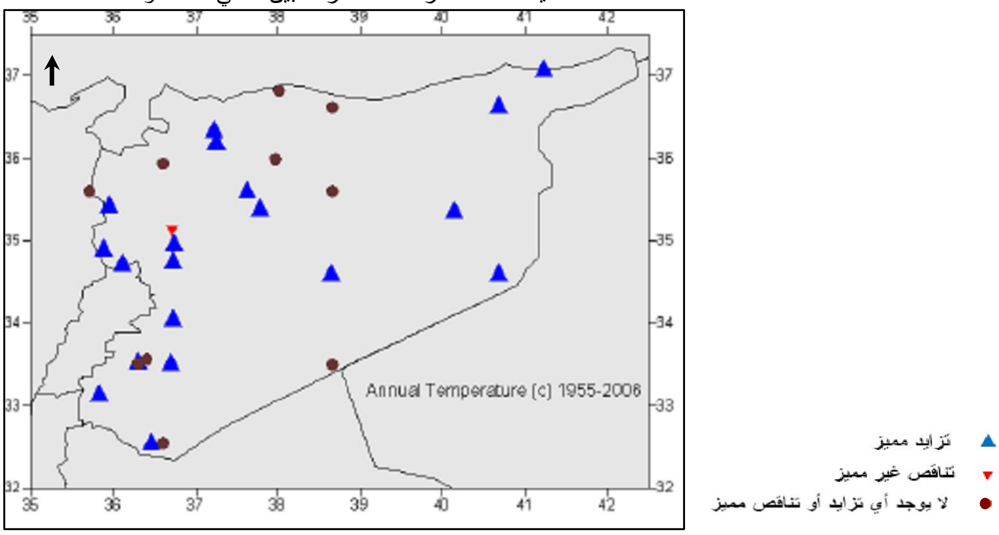
* تقييم حساسية قطاع المناخ في سورية- نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية –برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٩- من ص ٤ إلى ص ١٤.

* شفا مثبوت- تغيّر المناخ واستراتيجيات مكافحة التصحّر في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في القطر العربي السوري - رسالة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية -٢٠٠٧.

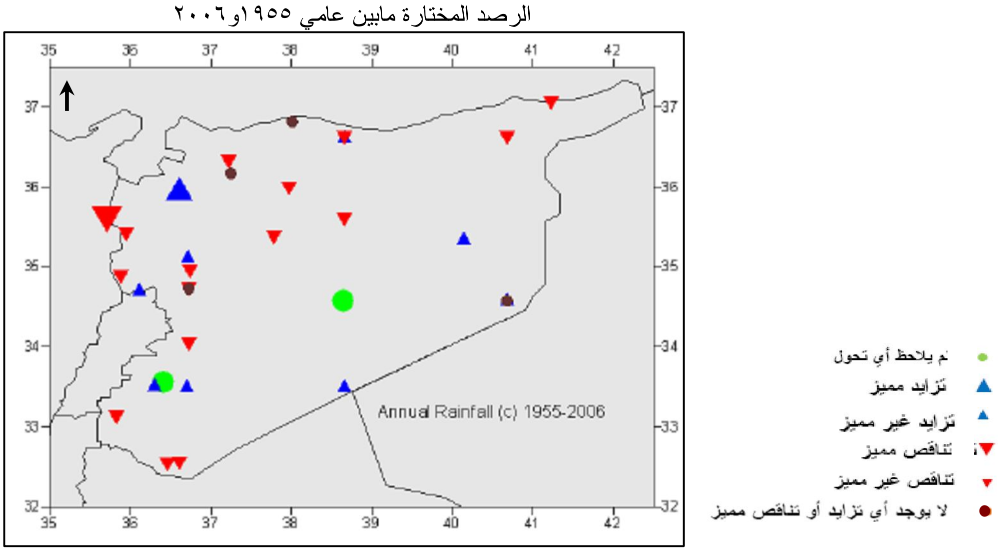
الخارطة -١- توزع المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة



الخارطة-٢- التغيرات في القيم المتوسطة السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية لمحطات الرصد المختارة مابين عامي ١٩٥٥و٢٠٠٦

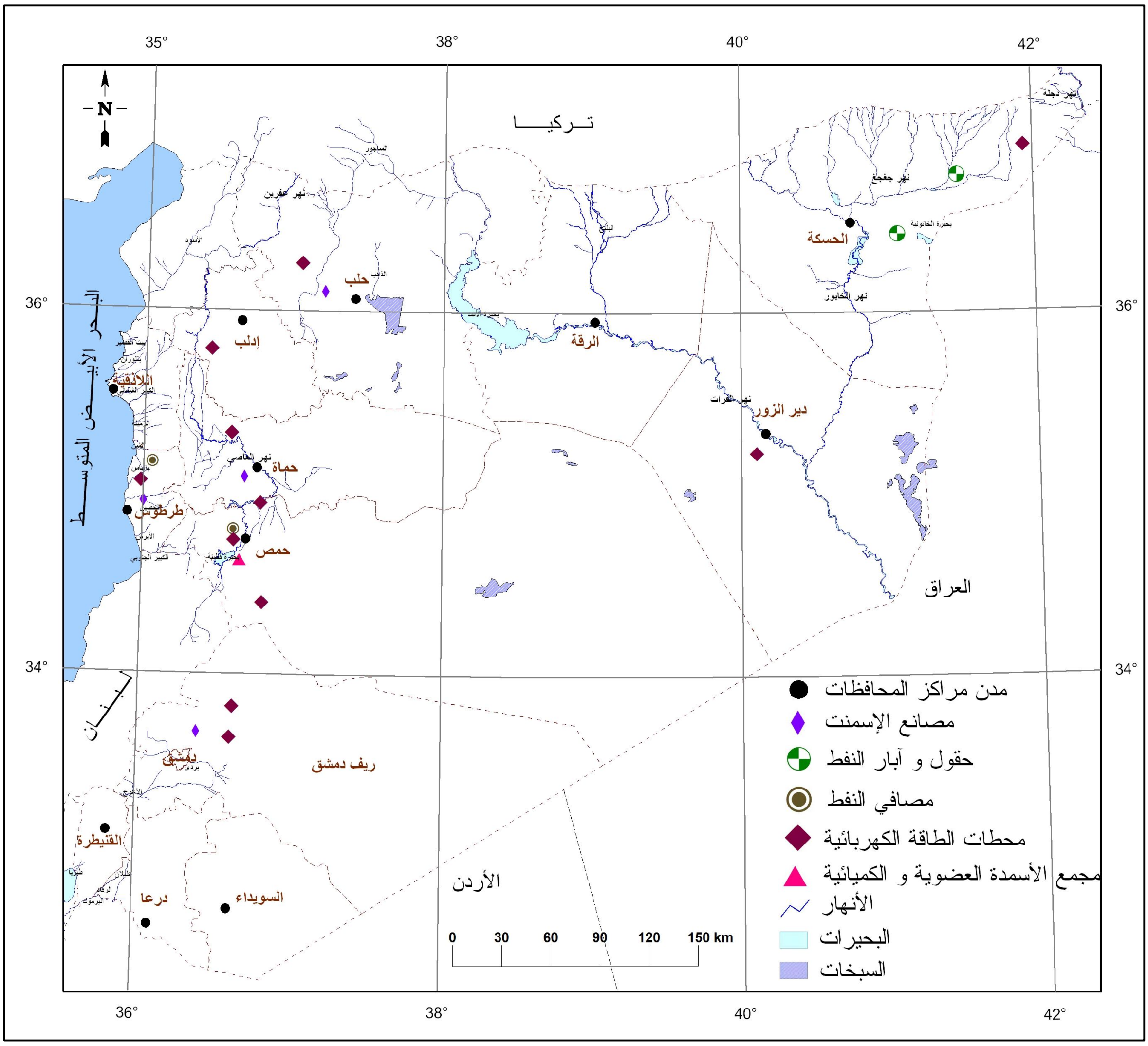


الخارطة-٣- التغيرات في القيم المتوسطة السنوية للهطول المطري لمحطات الرصد المختارة مابين عامي ١٩٥٥و٢٠٠٦



المصدر : تقييم حساسية قطاع المناخ في سورية- نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية –برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٩

الخارطة -٤- توضع بعض الصناعات الأساسية في سورية



المصدر: وزارة الإدارة المحلية والبيئة - من إعداد الباحث

١-١-٢- الإجراءات المتبعة للحد من التغيرات المناخية في سورية:

أكدت ورشة العمل الوطنية حول التغيرات المناخية وتلوث الهواء وحماية طبقة الأوزون التي أقامتها وزارة الإدارة المحلية والبيئة /الهيئة العامة لشؤون البيئة/ في نهاية عام ٢٠٠٦ ** على مجموعة من التوصيات لمواجهة تحديات التغيرات المناخية على المستوى الوطني وأهمها إعداد خطة وطنية في مجال التغيرات المناخية تتضمن تقييم أولويات إجراءات الحد من غازات الاحتباس الحراري وسياسات التأقلم مع الآثار السلبية لظاهرة التغيرات المناخية وتحديد الاحتياجات الوطنية اللازمة لتنفيذ هذه الخطة والتي يمكن أن ينبثق عنها إعداد تقرير عن انبعاث غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن القطاعات المختلفة في سورية.

ووضع سياسات وإجراءات للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري كجزء من البرنامج الوطني للحد من تلك الانبعاثات وتقييم الآثار البيئية والاقتصادية والفنية والاجتماعية لتطبيق التكنولوجيا النظيفة في قطاعات الطاقة والصناعة والنقل للحد من غازات الاحتباس الحراري والعمل على تأهيل وتدريب الكوادر البشرية والقدرات الوطنية في مجال التغيرات المناخية بهدف دعم الكفاءات لتصبح قادرة على الوفاء بالالتزامات الناشئة عن توقيع سورية على الاتفاقيات المتعلقة بهذا الموضوع ولدعم الدور المؤسساتي وإصدار تقرير الإبلاغ الوطني وذلك من خلال عقد مجموعة من ورشات العمل ورفع الوعي للتعريف بقضية التغيرات المناخية للقطاعات الحكومية المختلفة ومنها الأهلية، وتدريب المتخصصين في قطاعات الدولة المختلفة مع التركيز على ما يختص بكل قطاع وعلاقته بقضية التغيرات المناخية. والاهتمام بالتدريب الخارجي لأعضاء فريق العمل الوطني لبناء وتطوير قدراتهم الذاتية من خلال مشاركتهم في العديد من الندوات وورشات العمل الإقليمية والدولية. والعمل على إعداد إستراتيجية واضحة للاستفادة القصوى من آلية التنمية النظيفة في سورية والتي تعد إحدى آليات برتوكول كيوتو للحد من غازات الاحتباس الحراري والتي تهدف إلى مساعدة الدول المتقدمة في الوفاء بالتزاماتها عن طريق تنفيذ مشروعات لخفض غازات الاحتباس الحراري في الدول النامية وتحصل الدول المتقدمة في مقابلها على شهادات خفض الانبعاثات وتستفيد الدول النامية من الاستثمارات ونقل التكنولوجيا والعائد المادي من بيع الشهادات وذلك من خلال تأهيل وتنمية القدرات الوطنية لآلية التنمية النظيفة ووضع البناء المؤسساتي اللازم لتنفيذ مشروعات هذه الآلية في سورية إضافة لتدريب عدد من المتخصصين وتأهيلهم وعقد ورشات العمل للقطاعات المستهدفة وتنفيذ حملة ترويجية لمقترحات المشاريع التي يمكن تنفيذها والتي تهدف إلى تكامل السياسات المتعلقة بقطاعات توليد الطاقة والصناعة والنقل..والعمل على إقامة مشروعات آلية التنمية النظيفة في مجال الطاقات المتجددة والتعاون الإقليمي في مجال مراقبة التغيرات المناخية من خلال الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد والتوابع الصنعية المناخية والصور الفضائية في دراسة التغيرات المناخية، والمشاركة في نظم المراقبة الدولية وتشجيع تبادل المعلومات والخبرات في هذا المجال. ودعوة المجتمع الدولي للوفاء بالتزاماته تجاه الدول النامية ومنها سورية بشأن توفير الدعم المالي والفني اللازم لتنمية القدرات المؤسساتية والبحثية في مجال تغير المناخ.*

* ورشة عمل التغيرات المناخية في سورية – توصيات ومقترحات - الهيئة العامة لشؤون البيئة - وزارة الإدارة المحلية والبيئة- دمشق-٢٠٠٦

١-٢- تراكم الثلوج وانقطاع الطرق

يتركز الهطول الثلجي في سورية في أشهر الشتاء الباردة وخاصة في شهري كانون الثاني وشباط وأكثر أجزاء سورية تعرضاً له هي المناطق المرتفعة في حين يندر سقوطه في المنطقة الساحلية المنخفضة والمنطقة الشرقية الجافة ،حيث تهطل الثلوج وبشكل نادر في المنطقة الجنوبية الشرقية ودمشق وتزداد بشكل أكثر في المنطقة الشمالية الغربية والأجزاء الغربية من البلاد وأحياناً أخرى نجدها في المنطقة الوسطى والمناطق الممتدة بين حمص وقارة ويبرود ،وتعد منطقة جبل الشيخ من أكثر مناطق سورية من حيث الهطولات الثلجية إذ يهطل الثلج لمدة تتراوح بين ٥ و٢٠ يوماً في العام وتصل سماكته الوسطى لـــ ٤٠ سم ويستمر الثلج مغطياً جبل الشيخ فترة طويلة من العام تمتد من تشرين الثاني وحتى شهر أيار. *

الخارطة رقم ٢ تُوضح معدل الحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني حيث تتراوح معدلات الحرارة بين -٤ و -٢ درجة مئوية في القسم الشرقي من سلاسل لبنان الشرقية (منطقة جبل الشيخ) وتعد هذه المنطقة هي الأبرد والأكثر من حيث الهطول الثلجي.

ترتفع معدلات الحرارة قليلاً لتتراوح مابين ٠ و ٢ درجة مئوية في المنطقة الشمالية الغربية والوسطى من سورية ولتزيد بمعدل درجتين في المنطقة الشمالية الشرقية، وتتزايد معدلات الحرارة تدريجياً بالاتجاه نحو المنطقة الجنوبية الغربية والساحلية لتصل معدلات الحرارة ما بين ٨ و ١٠ درجة مئوية.

إن الهطول الثلجي الكثيف قد يؤدي لعواصف ثلجية تضرب المناطق المرتفعة بشدة حيث قد تتدرج هذه العواصف الثلجية من متوسطة تستمر لعدة ساعات إلى قوية تستمر لعدة أيام مما يؤدي إلى تراكم الثلوج وقطع الطرقات والحوادث المرورية وانقطاع تدفق الإمدادات والمواد الضرورية إضافة إلى اقتلاع الأشجار وانقطاع الأسلاك الكهربائية.**

وقد تُوقع الهطولات الثلجية وموجات البرد الشديدة أضراراً بسكان المنطقة التي تضربها من الإضرار بالمحاصيل الزراعية وتوقف حركة المطارات وإغلاق الموانئ هذا فضلا عن الإصابة الجسدية التي قد يعاني منها الإنسان المتمثلة بنزلات البرد وانخفاض درجة حرارة الجسم.

فالعاصفة الثلجية الغزيرة التي ضربت لبنان وسورية والأردن وفلسطين في شتاء ٢٠٠٧-٢٠٠٨ غطت المناطق المرتفعة بثوب أبيض، وأوقعت أضراراً مادية وعطّلت حركة السير في بعض المناطق ، وتسببت الثلوج الممزوجة بالأمطار والتي هطلت على معظم المحافظات السورية في

---

* المعجم الجغرافي للقطر العربي السوري- المجلد الأول- مركز الدراسات العسكرية-دمشق-١٩٩٠- ص ٢٣٨.

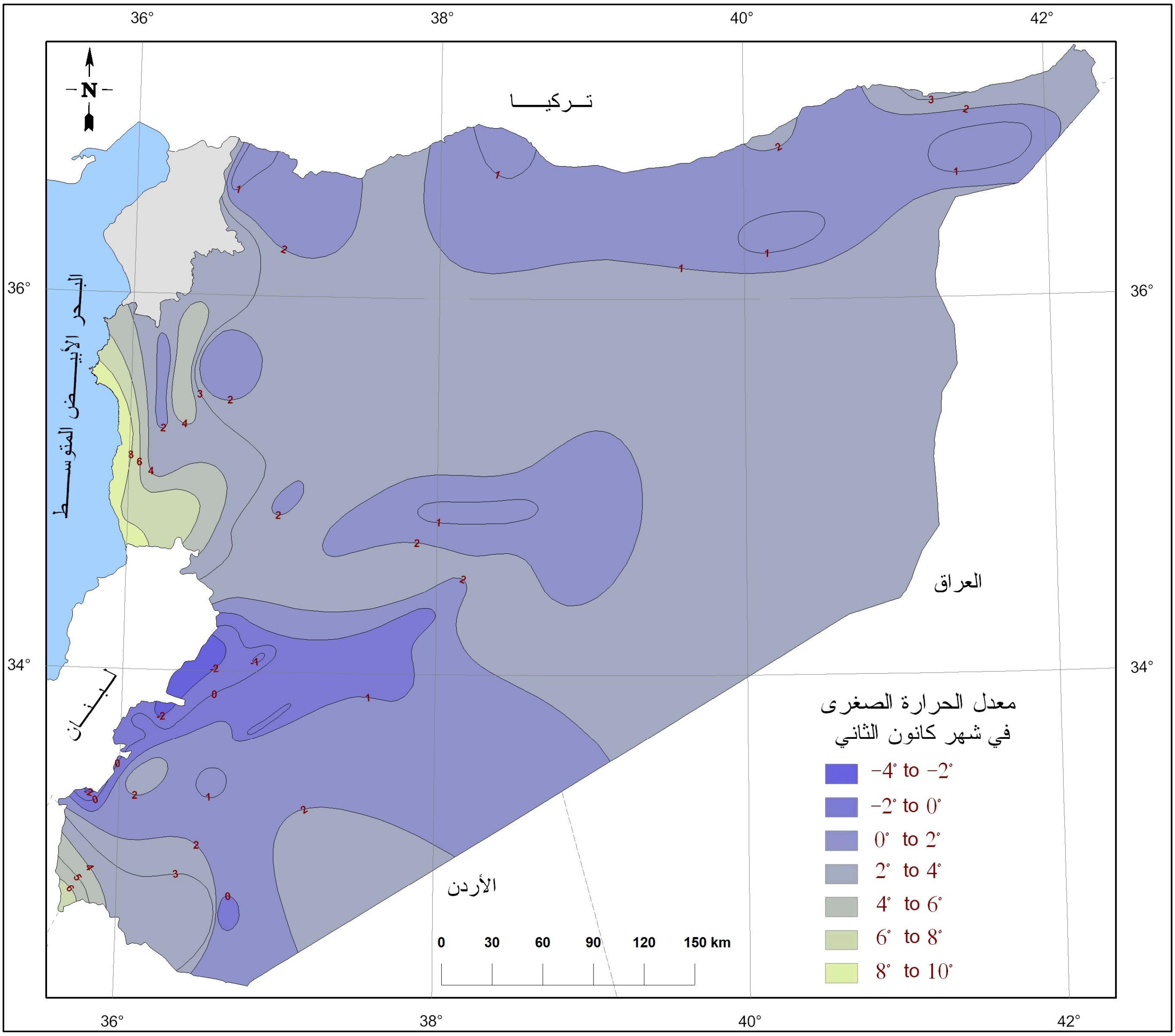
** كتيب العواصف وموجات الثلج- وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٧- ص ١١.

عزل بعض القرى الجبلية في محافظتي حمص وحماه (وسط البلاد)، بينما وصلت سماكة الثلوج في بعض قرى ريف دمشق والمحاذية للحدود اللبنانية إلى المتر.

هذا فضلاً عن إغلاق الميناء التجاري ومصب طرطوس النفطي بوجه الملاحة البحرية بسبب سوء الأحوال الجوية ، وقد سبقت هذه العاصفة موجات من الصقيع والانحباس استمرت لأكثر من أسبوعين تراوحت درجات الحرارة خلالها بين-٦ و-١٦ في المرتفعات الجبلية وقد ألحقت موجة الصقيع أضرارا بالمزروعات والأشجار وانخفاض إنتاج الزراعات المحمية، وتضرر الخضار الورقية وتلف العديد من المحاصيل، وتأثرت الأشجار المثمرة من الحمضيات والزيتون المزروعة في المناطق الواقعة خارج الحدود المثالية لزراعتها، إضافة إلى تأخر نمو المحاصيل الشتوية من قمح وشعير وبقوليات شتوية وتأثر الغطاء النباتي في البادية السورية وتلف المزروعات في البيوت المحمية غير المُدفأة.*

* منخفض قطبي شديد البرودة- مقالة- الموقع الإخباري السوري سيريانيوز على الرابط الإلكتروني: http://syria-news.com/readnews.php?sy_seq=70403

الخارطة-٥- معدل الحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني



المصدر: الأطلس المناخي السوري – من إعداد الباحث

١-٣- الزلازل

تُعدّ الزلازل جزء من الهزات الأرضية فالزلازل كارثة طبيعية لا تعرف الحدود السياسية،فالأرض التي نعيش عليها تتعرض لمليون زلزال سنوياً، منها مائة على الأقل ذات قوة تدميرية عالية.

والزلازل عبارة عن هزات لحظية قوية تصيب أجزاء من القشرة الأرضية نتيجة لعدم استقرار باطنها وتنتشر على شكل موجات اهتزازية تؤثر على مساحات واسعة ،وهذه الهزات منها ما هو ضعيف لا يشعر به الإنسان وإنما تتحسس به أجهزة الرصد السيسموغرافية ومنها ما هو قوي يؤدي إلى كوارث وآثار سلبية مدمرة.

تحدث الزلازل نتيجة لحركة الصفائح القارية، وهذه الحركة إما أن تكون في حالة تباعد عن بعضها أو في حالة تصادم مع بعضها أو منزلقة واحدة على الأخرى، وتنطلق الزلازل من أعماق مختلفة، وتتوقف قوتها على هذا العمق الذي تنشأ منه.

تعتبر مناطق الضعف في القشرة الأرضية مراكز للنشاط الزلزالي ويطلق عليها أحزمة الزلازل وتقع سورية ضمن حزام يمتدّ من جنوب صدع الأناضول شمالاً فلواء الإسكندرون ثم الغاب والبقيعة وبحيرة طبريا ليصل إلى البحر الميت جنوبًا ثم يمتد حتى خليج السويس فجنوب سيناء ثم وسط البحر الأحمر فالفالق الأفريقي العظيم (يطلق عليه الصدع العربي الإفريقي) ، وهي منطقة متوسطة الخطورة الزلزالية.*

الشكل -٥- الصفائح القارية



المصدر: الزلازل **

* محمد رقية- كوكب الألغاز- مطبعة العجلوني-دمشق-٢٠٠٨-من ص ٢٢٩ إلى ص ٢٣٢ وص ٢٥٣ .
** كتيب الزلازل- وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق- ٢٠٠٧- ص ٥.

لقد تعرضت سورية عام ١١٣٨م لأعنف زلزال في تاريخها وكان مركزه حلب وامتد حتى إيران وأدى إلى تخريب المدينة ومقتل حوالي ٢٣٠ ألف نسمة حيث يحتل هذا الزلزال الترتيب الرابع عالمياً من حيث إجمالي عدد الوفيات التي أحدثتها الزلازل.*

تعرضت سورية أيضاً (القسم الجنوبي الغربي منها) بالإضافة لمعظم بلاد الشام في كانون الثاني سنة ١٨٣٧م لزلزال عنيف شمل منطقة بلغت ٨٠٠ كم طولاً و١٤٥ كم عرضاً وقد أدى إلى هلاك ما بين ٦٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ نسمة.**

وتتعرض سورية حالياً بين الحين والآخر وبشكل شبه يومي تقريباً لهزات أرضية قد يشعر بها الإنسان وقد لا يشعر، فاستناداً إلى التقارير الصادرة عن المركز الوطني للرصد الزلزالي – التابع لوزارة النفط والثروة المعدنية – للأعوام ٢٠٠٤ و٢٠٠٥ و٢٠٠٦ فقد بلغ عدد الأحداث الزلزالية على النحو التالي: ***

الجدول-١-

الأحداث الزلزالية المسجلة في الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي

العام	عدد الأحداث الزلزالية	أقوى حدث زلزالي(ريختر)	مكان حدوث الحدث الزلزالي	تاريخ الحدوث
٢٠٠٤	٢٧٤	٥.٥	الأردن	٢٠٠٤/٢/١١
		٥.٥	تركيا	٢٠٠٤/٣/٢٥
٢٠٠٥	٢٥٣	٥.٥	غربي العراق	٢٠٠٥/٥/٢٥
٢٠٠٦	٢٨٣	٥.٣	إيران	٢٠٠٦/٣/٣١

الجدول-٢-

الأحداث الزلزالية المسجلة في الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي على أراضي الجمهورية العربية السورية

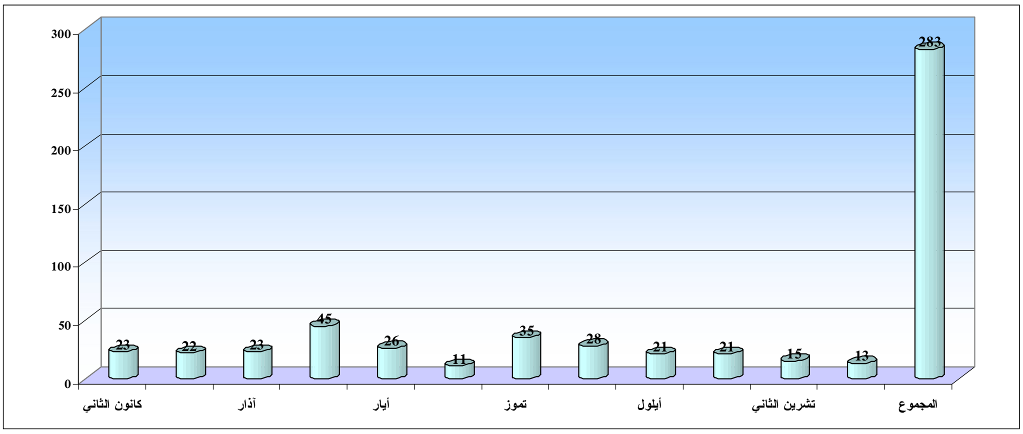
العام	عدد الأحداث الزلزالية	أقوى حدث زلزالي(ريختر)	مكان حدوث الحدث الزلزالي	تاريخ الحدوث
٢٠٠٤	١٢١	٣.٩	سهل الغاب	٢٠٠٤/٣/٩
		٣.٩	جبل البشري	٢٠٠٤/٨/٣
٢٠٠٥	١٢٩	٤	شمالي سهل الغاب - جسور الشغور	٢٠٠٥/٥/١٤
٢٠٠٦	١٤٤	٣.٢	جبل البشري	٢٠٠٦/٨/١٠

* Nicholas N Ambraseys -The 12th century seismic paroxysm in the Middle East: a historical perspective-Annals of Geophysics-2004 -p. 743.
** Nicholas N Ambraseys -The earthquake of 1 January 1837-Annals of Geophysics-1997.

*** تقرير الأحداث الزلزالية لأعوام ٢٠٠٤-٢٠٠٥-٢٠٠٦-وزارة الإدارة المحلية والبيئة-برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٧.

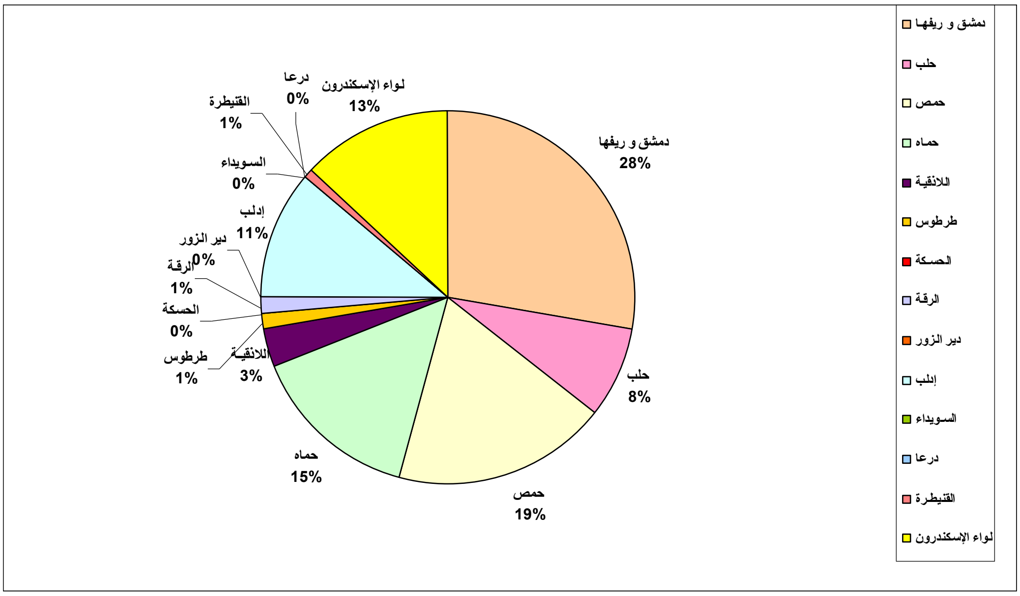
تتركز الأحداث الزلزالية في سورية بشكل عام في المنطقة الغربية منها، إلى الشرق من سلاسل الجبال الغربية على امتداد سهل الغاب حيث تتأثر هذه المنطقة ببنيات وصدوع تكتونية، وتتركز أيضاً في القسم الشرقي والشمالي الشرقي من سلاسل لبنان الشرقية والسلاسل التدمرية وأحياناً تتكرر الأحداث الزلزالية ضمن المنطقة الشرقية وبشكل خاص في المنطقة المحيطة بجبل البشري.(الخارطة رقم ٣ توضح توزع الأحداث الزلزالية لعام ٢٠٠٦).

الشكل -٦- الأحداث التي رصدتها شبكة الأرصاد الزلزالية حسب الأشهر في عام ٢٠٠٦*



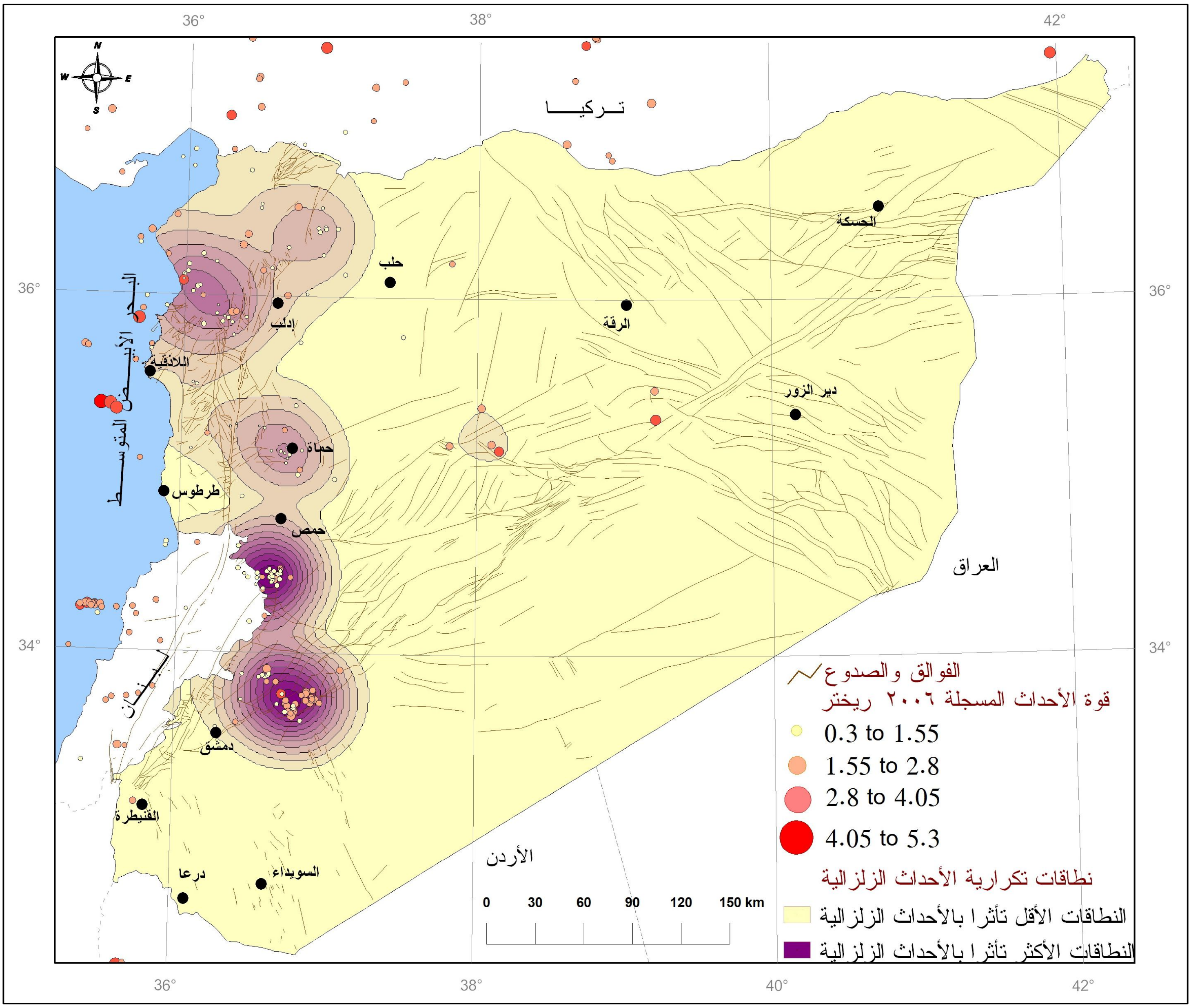
من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الأحداث الزلزالية الصادرة عن المركز الوطني للرصد الزلزالي – وزارة النفط والثروة المعدنية لعام ٢٠٠٦

الشكل -٧- نسب الأحداث الزلزالية حسب المحافظات في عام ٢٠٠٦ *



من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الأحداث الزلزالية الصادرة عن المركز الوطنى للرصد الزلزالى – وزارة النفط والثروة المعدنية لعام ٢٠٠٦

الخارطة -٦- توزع الأحداث الزلزالية والنطاقات الأكثر تعرضاً بها لعام ٢٠٠٦



المصدر: التقارير الصادرة عن المركز الوطني للرصد الزلزالي

– وزارة النفط والثروة المعدنية لعام ٢٠٠٦ – من إعداد الباحث

١-٤- الانهيارات الأرضية

تعرف الانهيارات الأرضية على أنها تحرك كتلة من الصخور والركام نحو أسفل المنحدر الواقعة عليه.

ويحدث الانهيار الأرضي عندما تزيد قوة الجاذبية الأرضية التي تسحب كتلة المواد المنحدرة وذلك نتيجة لأسباب قد تكون طبيعية كالأمطار الغزيرة الهاطلة على تربة مشبعة بالمياه أو الذوبان السريع للثلوج أو نتيجةً للاهتزازات الحاصلة بفعل الزلازل أو نتيجةً للحت الذي تسببه الأنهار للجروف والمنحدرات، وقد تحصل الانهيارات أيضاً نتيجةً لأسباب اصطناعية كإزالة الغطاء النباتي أو التعديل والتغير في بنية المنحدر وذلك من خلال إنشاء الطرق والأبنية فوقه وأحياناً نتيجة للاهتزازات الناشئة عن حركة السيارات الكثيفة وأعمال الحفر والتفجير لإزاحة الصخور أو تكسيرها.

ويمكن أن نضيف على الأسباب السابقة الحرائق التي قد يكون منشأها طبيعياً أو اصطناعياً والتي تزيد من قابلية الأراضي للانزلاق.

إن حركة الانزلاق يمكن أن تكون بطيئة(بضعة مليمترات بالسنة) فتحدث أضراراً بشكلٍ تدريجي وقد تكون سريعة تزيد عن ٥٠ كم في الساعة يمكن أن تؤدي إلى تدمير في الممتلكات وخسائر في الأرواح بشكل مفاجئ وغير متوقع وذلك تبعاً لدرجة ميول المنحدر ومدى تشبعه بالمياه بالإضافة إلى نوعية التربة والركام المتدفق.

يتراوح مدى تماسك وكثافة الحطام المتدفق الناجم عن الانزلاق من الطين المائي الخفيف إلى الركام الصخري الذي يحمل مواداً كبيرة كالصخور والأشجار حتى السيارات، وكلما ازدادت كتلة المواد المتدفقة ازدادت معها القوة التدميرية، فعندما تصل إلى أرض مسطحة فإن الحطام ينتشر ويتكدس على مساحة واسعة محدثاً دماراً كبيراً.

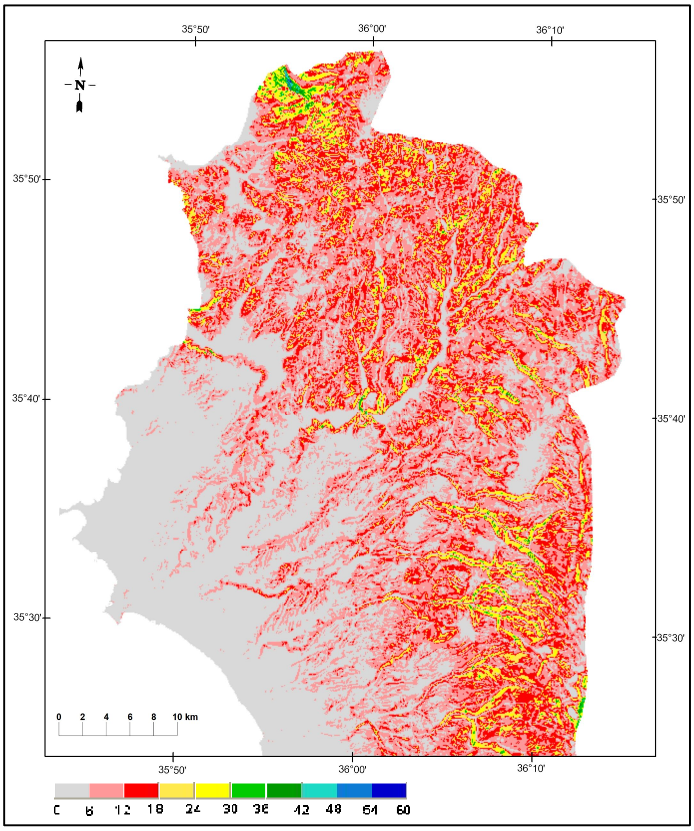
أما المناطق الأكثر عرضة للانزلاقات الأرضية فهي التي تعرضت لانزلاقات أرضية سابقة والمناطق الواقعة على المنحدرات الشديدة أو عند أسفلها بالإضافة إلى المناطق الواقعة أسفل أقنية الصرف، وقد تكون أي أرض منحدرة والتي قد تؤدي في النهاية إلى انزلاق أرضي.

هناك العديد من المؤشرات التي تنذر بحدوث انهيارات أرضية ، كالتغيرات التي تحدث في المنطقة كحركة الأرض والانزلاقات البسيطة والتدفقات أو أحياناً الانحناءات المتوالية في الأشجار بالإضافة التشققات الجديدة في الجص أو القرميد وحتى في أساسات البناء نفسه، أيضاً ابتعاد الجدران الخارجية والمسارات والأدراج عن البناء وظهور انحناءات أو تحرك في الجدران

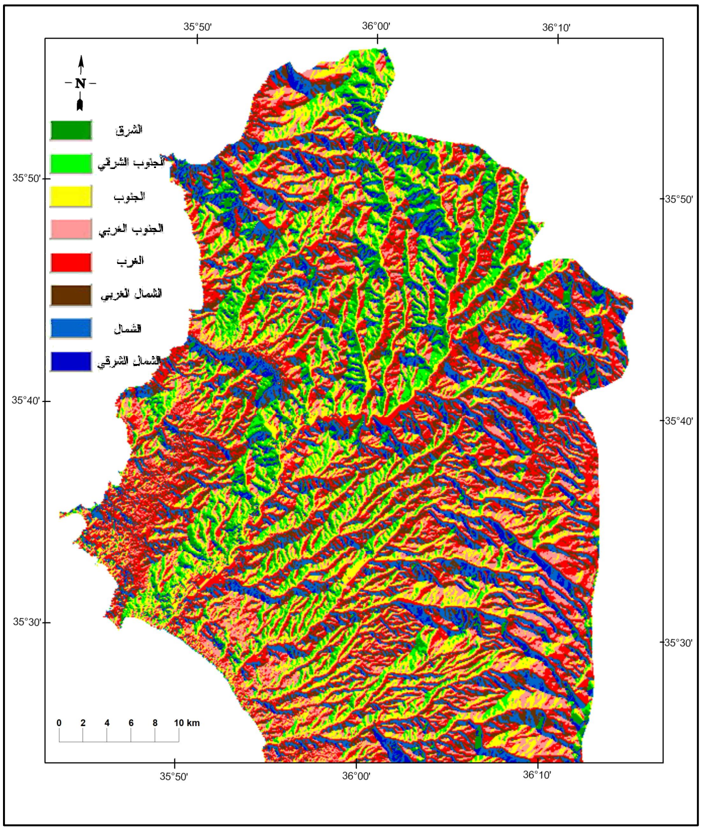
الإستنادية والأسيجة والأشجار، بالإضافة لظهور واتساع الشقوق بشكل بطيء على الأرض والأرصفة والطرقات القريبة من المنحدرات، وأحياناً تكسر في أنابيب المياه والصرف الموجودة تحت الأرض ، بالإضافة لسماع أصوات غير اعتيادية كطقطقة في الأشجار أو الأحجار الكبيرة والتي تشير إلى حركة الحطام، بالإضافة لمشاهدتنا لأرصفة منهارة وحجارة متساقطة يمكن رؤيتها عند القيادة فكثيراً ما تكون الجدران والجوانب الإستنادية القائمة على جوانب الطريق عرضة للإنزلاقات الأرضية. *

يمكننا الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية GIS فمن خلال تحليل السطوح ونموذج الارتفاع الرقمي DEM يمكن استنتاج درجات ميول المنحدرات واتجاهاتها والتي قد يكون لها أهمية كبيرة في تحديد المنحدرات ذات الميول العالية والتي قد تشكل خطراً لحدوث انهيارات أرضية في المناطق الواقعة أسفلها كما هو موضح في الخارطة رقم ٤ والخارطة رقم ٥:

الخارطة -٧- درجات الميول للساحل السوري



الخارطة -٨- اتجاهات الميول للساحل السوري



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

* كتيب الفيضانات والانهيارات الأرضية - وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٧- من ص ٣٣ إلى ص ٣٧

١-٥- حرائق الغابات

تُعدّ الغابة من أكثر الأغطية النباتية أهمية وأكثرها إنتاجاً، حيث تنتج نحو ٤٥% من الإنتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الكرة الأرضية،كما أن الغابات تطلق كميات كبيرة من الأوكسجين وتمتص كميات كبيرة من غاز ثاني أوكسيد الكربون إضافة لتأثيرها على المناخ بعناصره المختلفة (أمطار – رياح – حرارة – رطوبة...) ، كذلك فإن الغابات هي المكان المفضل للسياحة والاستجمام وقضاء أوقات الراحة.

تتعرض الغابات باستمرار وفي كل عام لتراجع في المساحات التي تغطيها وذلك نتيجة لمجموعة من الأسباب وأهمها، القطع والحرائق والحشرات الضارة والأمراض والرعي والتغيرات المناخية والتلوث.

وتعد الحرائق من أهم وأكبر العوامل المؤدية لتدهور الغابة، فحريق الغابة عبارة عن احتراق غير مسيطر عليه يستجيب بحرية للعوامل البيئية(الرياح، درجات الحرارة) ويستهلك الوقود الطبيعي (الأوراق، الثمار، اللحاء، الأعشاب...) .

وأهم الأسباب المؤدية لحرائق الغابات قد تكون العوامل المناخية وطبيعة النباتات الحراجية بالإضافة للسلوك السلبي للإنسان وهو العامل الأساسي لحرائق الغابات وهذا العامل يشكل ما يعادل نحو٩٠% من الأسباب المؤدية للحرائق كحرق النفايات والمخلفات الزراعية وعمليات التفحيم غير المنتظمة وإشعال النار بقصد السياحة والاستجمام ورمي أعقاب السجائر من السيارات ، وقد تكون أسلاك الكهرباء المتداخلة في الغابة من أحد العوامل المؤدية إلى الحرائق.

وينجم عن الحرائق العديد من الأضرار على البيئة المحلية وعلى التنوع الحيوي والتربة والمياه الجوفية والضحايا البشرية من إصابات وموت بعض الأشخاص بالإضافة للآثار الاقتصادية والاجتماعية لحرائق الغابات. *

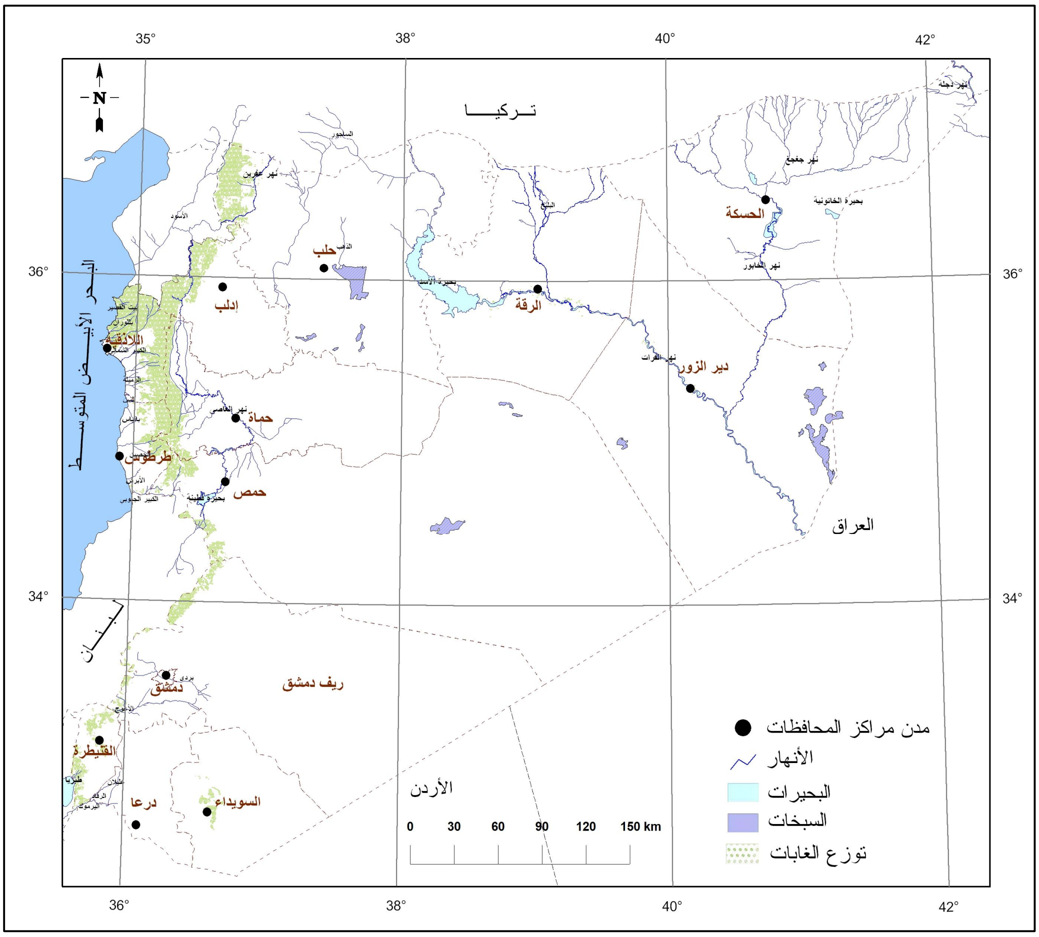
تشكل الغابات في سورية ما نسبته ٢.٥% من مساحة القطر بحوالي ٤٦١٨٤٠ هكتار منها ٢٣٢٨٤٠ هـ عبارة عن غابات طبيعية تشكل ٢٨% منها غابات صنوبرية و٥٨% غابات من السنديان وهناك ٢٢٩٠٠٠ هـ من غابات التحريج الاصطناعي، وتتركز معظم الغابات في المناطق الجبلية كالجبال الساحلية وجبل الشيخ وأجزاء من جبل العرب ونجدها بكثافة في أجزاء من المنطقة الوسطى وشمالي إدلب بالإضافة لمناطق متفرقة من المنطقة الشرقية وبشكل غير كثيف (الخارطة رقم ٦ توضح توزع الغابات في سورية، والجدول رقم ٣ الذي يوضح توزع الغابات الطبيعية حسب المحافظات). **

---

* عمر عبد الرزاق - دور الجمعيات الأهلية والمحلية في مكافحة حرائق الغابات- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية – وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي- اللاذقية-٢٠٠٧

** محمد علي - مقدمة عن المصادر البيئية- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية – وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-اللاذقية-٢٠٠٧

الخارطة -٩- توزع الغابات في سورية



المصدر: خرائط المساحة العسكرية بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠- من إعداد الباحث

الصورة-١- غابات السنديان



الصورة -٢- غابات الصنوبر



المصدر: زياد الجباوي *

* زياد الجباوي – حرائق الغابات في سورية- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية – وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-اللاذقية-٢٠٠٧

الجدول-٣-

توزع الغابات الطبيعية في سورية

المحافظة	مساحة الغابة ضمن المحافظة (هـ)	نسبة الغابات في المحافظة (%)	نسبة غابات المحافظة من غابات سورية (%)
اللاذقية	٦٧٣٧٢	٢٩.٣٣	٢٨.٩٤
حماه	٤٣٦٩١	٤.٩٣	١٨.٧٦
إدلب	٤٢١١١	٦.٨٨	١٨.٠٩
ريف دمشق	٢١٩٦٣	١.٢١	٩.٤٣
حمص	١٨١١٦	٠.٤٣	٧.٧٨
طرطوس	١٦٨٨٨	٩.٣٢	٧.٢٥
حلب	١٢١٣١	٢.٠١	٥.٢١
الحسكة	٤٢٢٠	٠.١٨	١.٨١
السويداء	٣٣٧٦	٠.٦١	١.٤٥
الرقة	١٩٥٤	٠.٠٩	٠.٨٤
القنيطرة	٦٥٥	٠.٣٥	٠.٢٨
دير الزور	٣٧٢	٠.٠١	٠.١٦
المجموع	٢٣٢٨٤٠	≈ ٢.٥ % من مساحة سورية	١٠٠

المصدر: محمد علي - مقدمة عن المصادر البيئية *

الصورة-٣- التحريج الصناعي



المصدر: زياد الجباوي – حرائق الغابات في سورية **

* محمد علي (مصدر سابق).
** زياد الجباوي (مصدر سابق).

تتكرر حرائق الغابات الطبيعية وباستمرار في سورية كل عام فقد تـدهورت مسـاحة المنـاطق الغابية من ٤٢٠٢٠٠ هـ في عام ١٩٧٠ إلى حوالي ٢٣٢٨٤٠ هـ في الوقت الحالي وربما أقل من ذلك نتيجة للحرائق التي حصلت مؤخراً (الجدول رقم ٤ يوضح أعـداد حرائـق الغابـات والمساحات المحروقة حسب الأعوام وكذلك الشكل البياني رقم ٨).

فما يقرب من ٦٠ ٪ من مناطق الغابات في سورية تضرر نتيجة للحرائق والرعي الجائر والتعديات، لذا فإن مساحات كبيرة من الغابات الطبيعية تدهورت وتحولت لمجتمعات نباتية ثانوية منخفضة القيمة الاقتصادية والبيئية. *

الصورة -٤- إحدى حرائق الغابات في سورية



المصدر: زياد الجباوي – حرائق الغابات في سورية **

---

* محمد علي (مصدر سابق)
** زياد الجباوي (مصدر سابق)

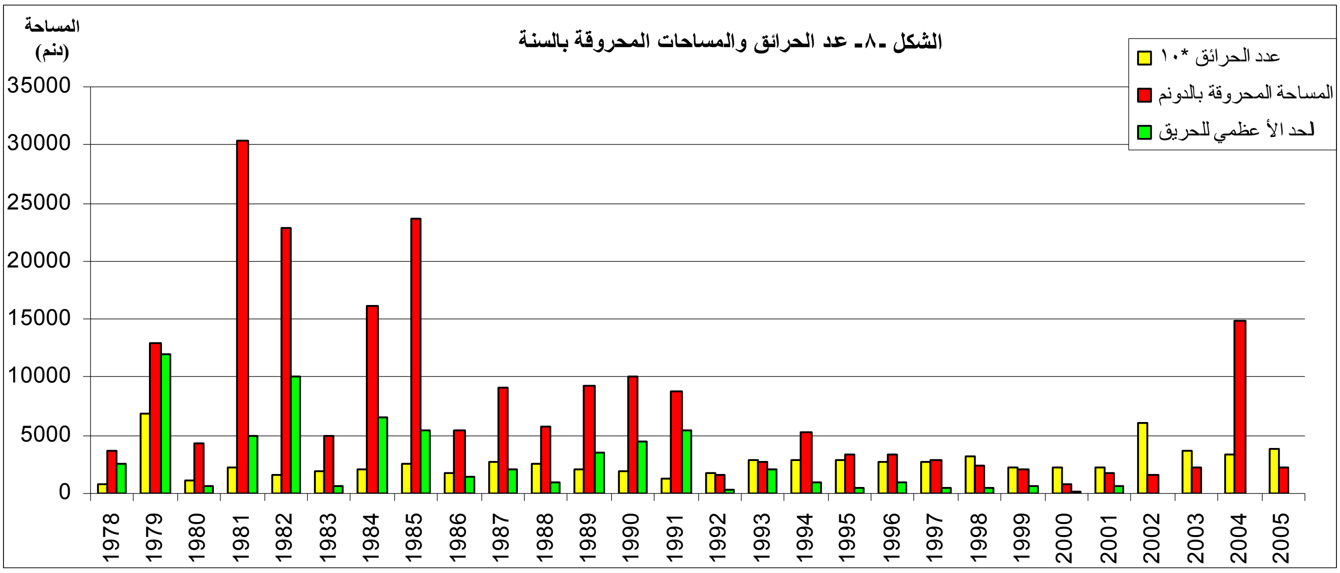
الجدول-٤-

أعداد حرائق الغابات والمساحات المحروقة حسب الأعوام

السنة	عدد الحرائق	المساحة المحروقة - دنم	المعدل الوسطي لمساحة الحريق- دنم	مساحة الحريق الأعظمي - دنم	مكان الحريق الأعظمي
١٩٧٨	٧٦	٣٦٤٩.٤٨	٤٨.٠٢	٢٥٠٠	اللاذقية - زيتونة
١٩٧٩	٦٨	١٢٩٥٨.٥	١٩٠.٥٧	١٢٠٠٠	اللاذقية / اليسار
١٩٨٠	١٠٣	٤٣٣١.٣٤	٤٠.٨٦	٧٠٠	حلب / عفرين- اللاذقية /شلق
١٩٨١	٢٢٩	٣٠٣٨٥.٨	١٣٢.٦٩	٥٠٠٠	اللاذقية / قادسية
١٩٨٢	١٥٢	٢٢٨١٧.٧	١٥٠.١٢	١٠٠٠٠	اللاذقية / سنبلة
١٩٨٣	١٨٩	٥٠١٠.٢٤	٢٦.٥١	٦٠٠	اللاذقية / الفطرة
١٩٨٤	٢٠١	١٦١٠١.٦	٨٠.١١	٦٥٠٠	اللاذقية / عين البيضا
١٩٨٥	٢٤٨	٢٣٦٩٤	٩٥.٥٤	٥٥٠٠	اللاذقية / ربيعة
١٩٨٦	١٨٢	٥٤١٩.٧٩	٢٩.٧٨	١٥٠٠	لبسويداء / تل عبد مار
١٩٨٧	٢٧٥	٩٠٨٧.٧٤	٣٣.٠٥	٢٠٠٠	طرطوس / غريبة
١٩٨٨	٢٥٥	٥٧٦١.١٣	٢٢.٥٩	١٠٠٠	حلب / عفرين
١٩٨٩	٢١٤	٩٣٤٤.٠٦	٤٣.٦٦	٣٥٠٠	اللاذقية / الكبير
١٩٩٠	١٩٩	٩٩٩٣.١٧	٥٠.٢٢	٤٥٠٠	اللاذقية / البسيط
١٩٩١	١٣٥	٨٧١٩.٦٤	٦٤.٥٩	٥٥٠٠	الاذقية/ قسطل معاف
١٩٩٢	١٧٩	١٥٤٤.١١	٨.٦٣	٢٥٠	اللاذقية / البسيط
١٩٩٣	٢٩٢	٢٧٠٢.٥٦	٩.٢٦	٢٠٠٠	الاذقية / كسب
١٩٩٤	٢٨٠	٥٣٤٨.٩٩	١٩.١	٩٠٠	قنيطرة / بريقة
١٩٩٥	٢٨٤	٣٣٢٣.٣٥	١١.٧	٥٠٠	حمص / تلكلخ
١٩٩٦	٢٦٩	٣٤٢٥.٩	١٢.٧٤	١٠٠٠	حماه/ جورة أم ديب
١٩٩٧	٢٦٥	٢٨٦٢.٠٩	١٠.٨	٥٠٠	حماه/تل النوت
١٩٩٨	٣١٢	٢٤٢٥	٧.٧٧	٥٠٠	اللاذقية
١٩٩٩	٢١٧	٢٠١٠.٤٩	٩.٢٦	٦٠٠	اللاذقية / سنايروت
٢٠٠٠	٢٢٦	٨٠٥.٠٢	٣.٥٦	٩٠	بداما / ادلب
٢٠٠١	٢٢٢	١٧٢٤.٤٨	٧.٧٧	٧٠٠	
٢٠٠٢	٦٠٦	١٥٤١.٧٩	٢.٥٤		
٢٠٠٣	٣٦٣	٢٣١٥.٤٦	٦.٣٨		
٢٠٠٤	٣٤٠	١٤٩٣٩.٥	٤٣.٩٤		
٢٠٠٥	٣٨٠	٢٣٠٢.٥٤	٦.٠٦		

المصدر: زياد الجباوي – حرائق الغابات في سورية *

* زياد الجباوي (مصدر سابق)

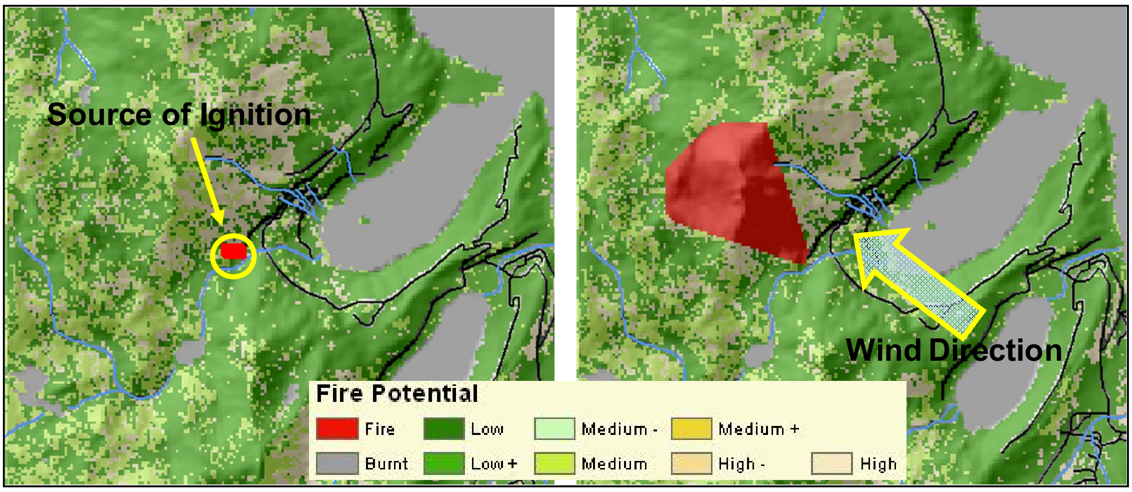


الشكل ـ٨ـ عدد الحرائق والمساحات المحروقة بالسنة

من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات أعداد الحرائق والمساحات المحروقة بالسنة *

يتيح لنا نظام المعلومات الجغرافي GIS وبالاستعانة بالنماذج الرياضية المختلفة إمكانيـــة دراســـة سلوك النار عبر إدخال المعطيات الملائمة من موقع الحريق واتجاه الرياح والانحـــدار وتحديـــد فصل وقوع الحريق كالشتاء أو الصيف وبالتالي معرفة توجه وانتشار النيران حسب الوقت.

الشكل -٩- استخدام نظام المعلومات الجغرافي في دراسة سلوك النار



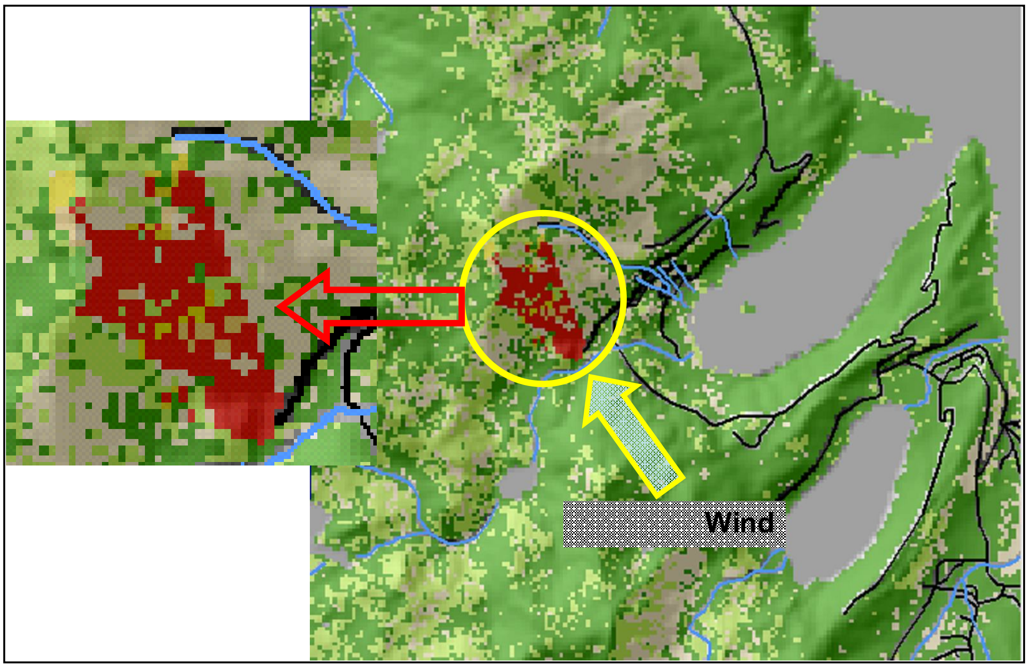
المصدر: دار التقنية الحديثة- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في بناء نموذج رياضي لانتشار الحريق **

---

* من أجل تمثيل قيم أعداد الحرائق في الشكل البياني بشكل أفضل تم ضربها بعدد ١٠.

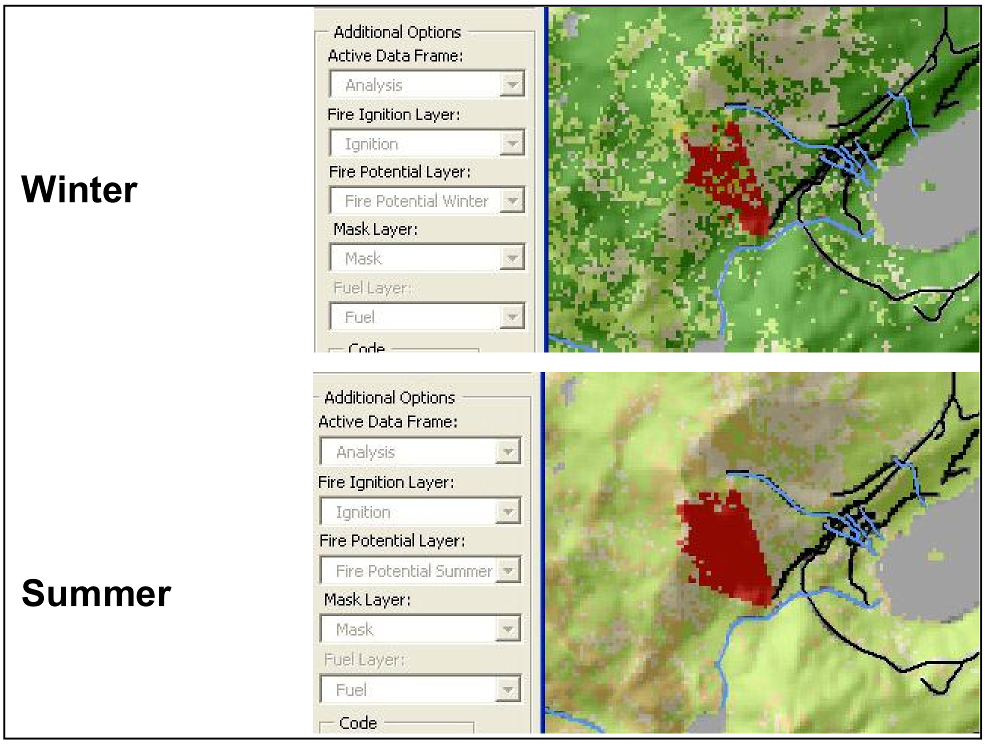
** دار التقنية الحديثة-تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في بناء نموذج رياضي لانتشار الحريق- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية – وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٧

الشكل -١٠- تحديد سلوك النار واتجاهها حسب نوعية الأرض واتجاه الريح



المصدر: دار التقنية الحديثة- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في بناء نموذج رياضي لانتشار الحريق *

الشكل -١١- تحديد سلوك النار في فصلي الشتاء والصيف



المصدر: دار التقنية الحديثة- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في بناء نموذج رياضي لانتشار الحريق *

---

* دار التقنية الحديثة (مصدر سابق)

١-٦- السيول والفيضانات الناجمة عن الأمطار أو انهيارات السدود

تُعّد الفيضانات من أكثر الكوارث الطبيعية شيوعاً فالفيضانات هي ظاهرة طبيعية تحدث عندما يزيد منسوب المياه عن المعدل الطبيعي مما يؤدي إلى غمر قسم كبير من الأرض يكون في العادة غير مغطى بالمياه ينجم عنه حدوث أضرار بشرية ومادية واقتصادية كبيرة.

تتشكل الفيضانات نتيجة لعوامل متعددة :

- العواصف المطرية الغزيرة والتي قد تؤدي في حال كانت بمستويات غير طبيعية إلى ارتفاع مستوى منسوب مياه البحيرات والأنهار وتشكل الفيضان، وأيضاً قد تشكل الأمطار الغزيرة سيولاً جارفة مفاجئة قادمة من المناطق المرتفعة باتجاه المنحدرات مما قد تؤدي لغمر المناطق الواقعة ضمن بطون الأودية،وقد تحدث هذه السيول أيضاً في المناطق السهلية.
- ذوبان الثلوج نتيجةً لارتفاع درجات الحرارة، الأمر الذي يؤدي إلى تغذية الأحواض الساكبة بتدفقات إضافية من المياه وبالتالي ارتفاع منسوب المياه.
- اقتلاع الغابات والنباتات التي تعيش قرب الأنهار فالغابات تستهلك كميات كبيرة من المياه فعند إزالتها يقل استهلاك المياه مما يسبب الفيضانات.
- انسداد المجاري المائية نتيجة لوجود عوائق مختلفة قد تكون بقايا نباتية أو أتربة أو مخلفات بشرية متعددة، تعمل على تشكيل حاجز يقوم على حجز المياه خلفه ويشكل سداً يؤدي إلى غمر المناطق المجاورة.
- الانهيار المفاجئ للسد نتيجة لأسباب طبيعية أو حتى لأسباب أخرى كضعف في الكتلة الإنشائية للسد مما قد يؤدي إلى كوارث مادية وبشرية فادحة ولاسيما في المناطق التي تقع إلى الخلف من السد.*
- العواصف الشديدة البحرية أو الهزات الأرضية في قيعان البحار والتي قد تؤدي بدورها لحدوث فيضانات ساحلية.

تتكرر الفيضانات بين الحين والأخر في سورية وذلك نتيجة الأمطار الغزيرة التي تهطل دفعة واحدة وفي منطقة واحدة وبشكل غزير بعد طول الانقطاع حيث تؤدي الأمطار الغزيرة أحياناً لارتفاع مجاري الأنهار لبضعة أمتار نتيجة لسيول قادمة من أماكن مختلفة مما يخلف دماراً في المنازل المجاورة للمجرى النهري ولاسيما المنازل الطينية وذات الأساسات الضعيفة.

* كتيب الفيضانات والانهيارات الأرضية - وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٧.

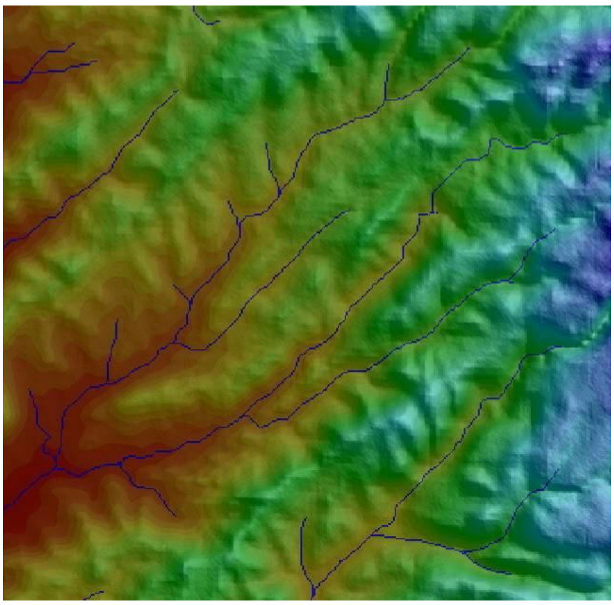
وخير مثال تلك السيول والفيضانات التي حدثت في شتاء عام ٢٠٠٦ في محافظة الحسكة والتي أدت لخسائر مادية وبشرية جسيمة من غرق العديد من الأشخاص ومحاصرة العديد من القرى بالمياه وغمر مساحات واسعة من الأراضي الزراعية وانهيار المنازل ونفوق الماشية وحوادث السير.

تتشكل السيول باستمرار في المنطقة الشرقية والبادية فنتيجة للمناخ الجاف والسائد في تلك المناطق فإن الهطول المطري يحدث بشكل مفاجئ وعنيف مشكلاً سيولاً جارفة محدثةً أضراراً في الأرواح والممتلكات والقطيع ،وأيضاً تتشكل السيول في المناطق الجبلية كالتجمعات المتواجدة في الأماكن المنخفضة في الجبال الساحلية وقد تؤدي في كثير من الأحيان لغمر بعض المساكن والطرق.

أما مجرى نهر العاصي فإن أجزاء أو مقاطع منه تتعرض أحياناً لحالات من الفيضان نتيجة السيول الغزيرة التي ترفد مجراه الرئيسي في الغاب مما قد يؤدي لغمر الشوارع والمنازل في مدينة حماه وأيضاً التجمعات الأخرى على مجرى النهر.

تتيح لنا أنظمة المعلومات الجغرافية وبالاستعانة بنماذج الارتفاع الرقمي إمكانية توليد خرائط المسيلات المائية وخرائط الفيضانات الناجمة عن الأمطار الغزيرة وبالتالي تحديد أماكن الغمر المائي والأماكن الأكثر عرضة للخطر وهذا الموضوع سيتم التطرق له في فصول قادمة (الشكل رقم ١٢) : *

الشكل -١٢- استخدام نظم المعلومات الجغرافية في توليد خرائط المسيلات المائية



من إعداد البحث اعتماداً على نماذج الارتفاع الرقمي

* يتم الحصول على نماذج الارتفاع الرقمي DTMs (Digital Terrain Models) إما عن طريق خطوط الارتفاع المتساوي أو نقاط الارتفاع أو من التوابع الصنعية والتي تقوم بالتقاط صورتين لنفس المنطقة لتعطينا البعد الثالث أو عن طريق مستشعرات تقوم بمسح رادري أو اليزري حيث تتراوح الدقة فيها من ٩٠ إلى ٣٠م لتصل إلى بضعة أمتار حيث تكون على شكل بيانات من نوع DEM (Digidtal Elevation Models) يتم الاستفادة منها مباشرة في برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS.

أما الفيضانات الناجمة عن انهيار السدود فهي نادرة جداً وقد تحدث كما حصل في انهيار سد زيزون سنة ٢٠٠٢ فقد بني هذا السد بهدف ري ١٤٦٠٠ هكتار، ونموذج جسم السد (الحاجز) هو ركامي بنواة غضارية مركزية وارتفاعه يصل إلى ٤٣ متراء، وطوله حوالي ستة كيلومترات وحجم التخزين فيه ٧١ مليون متر مكعب حيث تسبقه ثمانية سدود في القطر من حيث الطاقة التخزينية وكلفة السد تجاوزت ٧٥٠ مليون ليرة سورية حيث أنه مع محطات الضخ وتوابع له تجاوز المليار ونصف المليار ليرة.

في تاريخ ٣ حزيران عام ٢٠٠٢ ظهرت تشققات في جسم السد في الساعة الثالثة ظهراً وأتبعها انهيار للسد بفتحة عرضها أكثر من ٥٠ م وتدفق أكثر من ٧٠ مليون متر مكعب دفعة واحدة من الفتحة المذكورة لتغمر كل ما في طريقها على مساحة دائرية نصف قطرها ٢٠ كم بارتفاعات متفاوتة تبدأ بحوالي ١٥ م وصولاً إلى مياه ضحلة.

وقد بلغت الخسائر خلال الأيام الأولى(حسب المصادر الرسمية) غرق عشرين شخصاً، وتضرر ١٠٠٠٠ نسمة في قرى زيزون ــ المشبك ــ تل واسط ــ الزيارة ــ مزرعتي الثورة والعاصــي وبعض أحياء القرقور، وتهدم ٢٥١ منزلاً بشكل كامل و١٢٩ منزلاً بشكل جزئي وتصدع وتشقق بعض المنازل وتدمير محطة ضخ سدي زيزون وقسطون (SPK1-3) وتضرر المحطــة (SPK 1-2) وشبكات الكهرباء والطرق والمياه والهاتف والصرف الصحي وبعض المــدارس ومركــز إنعاش الريف الصحي والمستوصف ومستودعات المصـــرف التعـــاوني الزراعـــي، والإضـــرار بمشروع استصلاح الأراضي التي بلغت مساحته ١٧٤٠٠ هكتار. *

الصورة -٥- سد زيزون بعد الانهيار



الصورة -٦- الغمر المائي الناجم عن انهيار السد



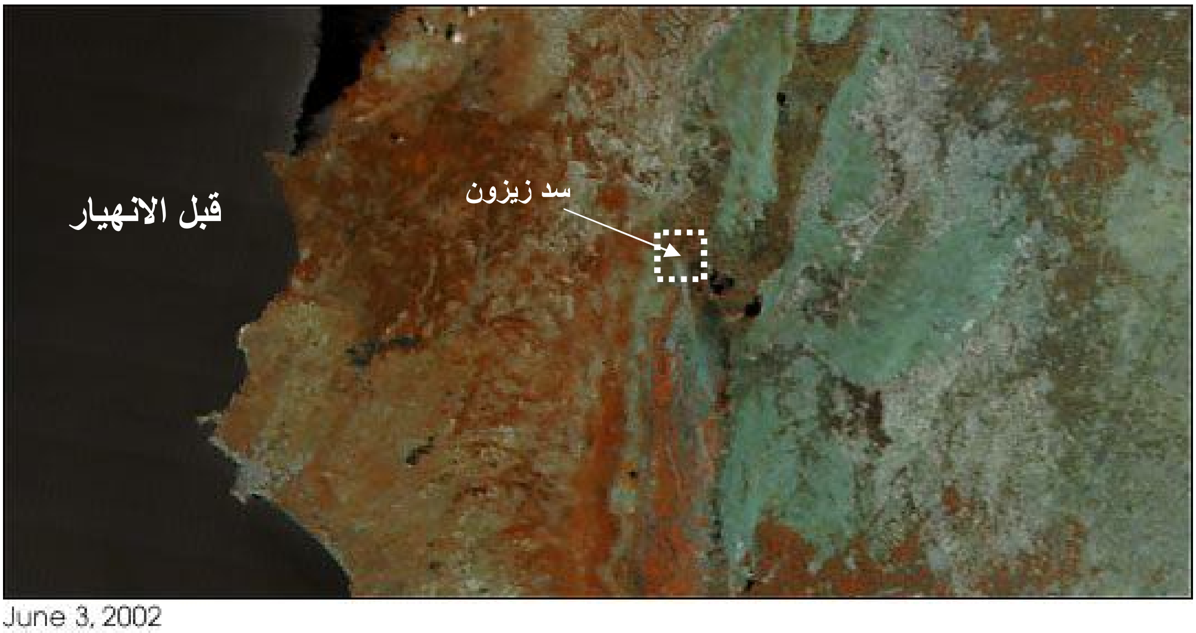
المصدر: موقع جريدة تشرين الإلكتروني **

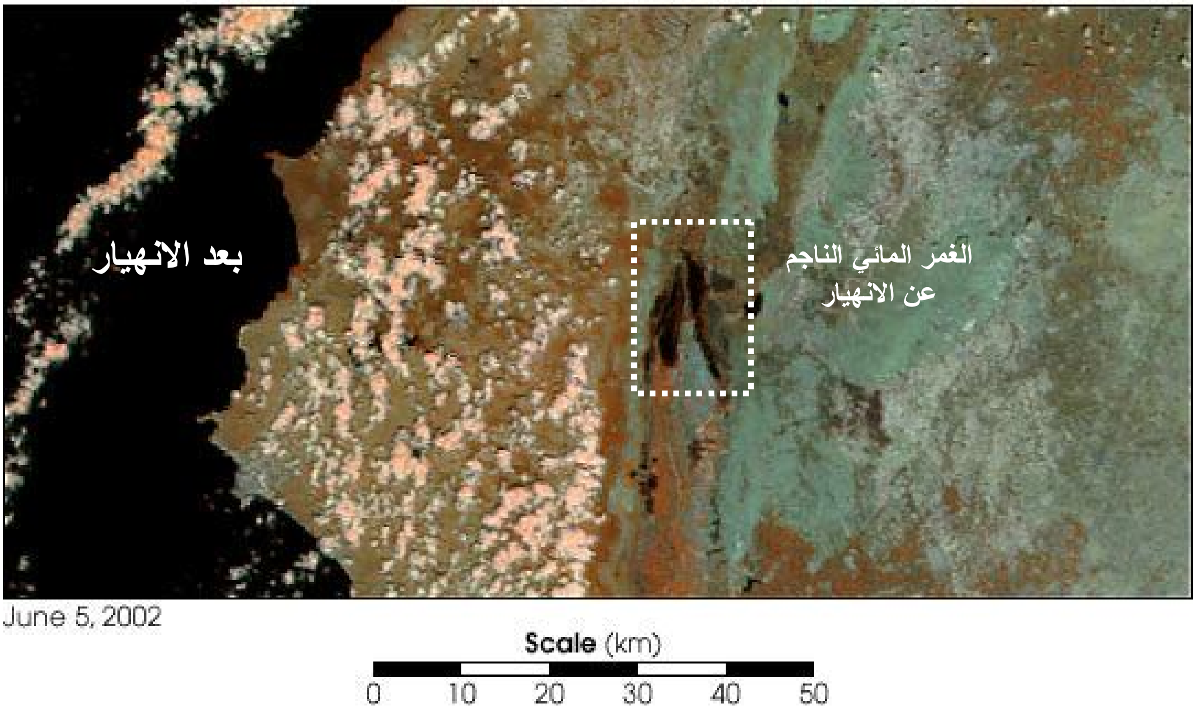
---

* انهيار سد زيزون – مقالة - موقع ملتقى المهندسين العرب على الرابط الإلكتروني:
http://www.arab-eng.org/vb/t26078.html

** هل الخلل في الدراسة؟ أم التنفيذ والإشراف وراء كارثة انهيار سد زيزون- مقالة- موقع جريدة تشرين على الرابط الإلكتروني:
http://www.mafhoum.com/press3/101S23.htm

الصورة -٧- صور فضائية توضح منطقة سد زيزون قبل وبعد الانهيار





المصدر: موقع ناسا الإلكتروني *

* Dam Break in Syria Natural Hazards -موقع ناسا على الرابط الإلكتروني:
http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=9696&oldid=3698

الفصل الثاني

السدود في سورية كمصدر محتمل للمخاطر

٢-١- الموارد المائية في سورية

تعد سورية من البلدان الجافة إلى شبه الجافة هذا الأمر ينعكس مباشرة على الموارد المائية في سورية ، و نظراً لأهمية الموارد المائية في الدارسة والتي تشكل العامل الأساسي لها فلابد لنا من التطرق لهذه الموارد المائية حيث تتوزع في سبعة أحواض مائية رئيسية هي : الساحل ، العاصي ، البادية ، الفرات وحلب ، دجلة والخابور ، بردى والأعوج ، واليرموك (الخارطة رقم ٧ توضح الأحواض المائية في سورية).

وتعتبر مياه الأمطار المصدر الرئيس للمياه في سورية ويقدر المعدل السنوي لها بحدود ٤٨.٥ مليار متر مكعب تتوزع على مختلف مناطق البلاد وبنسب متفاوتة جداً تتراوح بين أقل من ١٠٠ مم في البادية السورية إلى أكثر من ١٠٠٠ مم في الجبال الساحلية (الخارطة رقم ٨ توضح معدلات الهطول المطري في سورية).

وللموارد المائية أهمية خاصة نظراً لمحدوديتها وازدياد الطلب عليها سواء لقطاع الري أو للصناعة والسياحة والشرب والأغراض العديدة الأخرى ، ويقدر متوسط الواردات المائية الإجمالية السنوية بحوالي ١٧.١١٣ مليار متر مكعب/ سنة وهذه الموارد موزعة على النحو التالي :

الجدول- ٥- يبين الهطل المطري والموارد المائية السنوية لسنة متوسطة في سورية

اسم الحوض	بردى والأعوج	العاصي	الساحل	دجلة والخابور	الفرات وحلب	اليرموك	البادية	المجموع
المساحة (كم٢)	٨٦٣٠	٢١٦٢٤	٥٠٤٩	٢١١٢٩	٥١٢٣٨	٦٧٢٤	٧٠٧٨٦	١٨٥١٨٠
المساحة (%)	٤.٦٦	١١.٦٨	٢.٧٣	١١.٤١	٢٧.٦٧	٣.٦٣	٣٨.٢٣	١٠٠
معدل الهطل ملم	٢٦٨	٤٠٣	١٢٩٤	٤٠٢	٢٠٩	٢٨٧	١٣٨	٣٠٠١
حجم الهطل (مليون م٣)	٢٣١٢.٨	٨٧١٤.٥	٦٥٣٣.٤	٨٤٩٣.٩	١٠٧٠٩	١٩٢٩.٨	٩٧٦٨.٥	٤٨٤٦٢
متوسط الموارد المائية السطحية (مليون م٣)	٢٠٠	١١١٠	١٥٥٧	٧٨٨	٧١٠١	١٨٠	١٦٣	١١٠٩٩
متوسط الموارد المائية الجوفية- آبار (مليون م٣)	٥٧٨	٤٧٣	٢٩٠	٤٨٣	٣٠٤	١٨	١٧٦	٢٣٢٢
متوسط الموارد المائية الجوفية- ينابيع (مليون م٣)	٦٣٣	١١٣٤	٤٨٨	١١١٧	٦٧	٢٤٩	٤	٣٦٩٢
مجموع الموارد المائية (مليون م٣)	١٤١١	٢٧١٧	٢٣٣٥	٢٣٨٨	٧٤٧٢	٤٤٧	٣٤٣	١٧١١٣

المصدر: موقع وزارة الإدارة المحلية والبيئة *

الوضع الراهن للموارد الطبيعية في سورية - مقالة - الموقع الخاص بوزارة الإدارة المحلية والبيئة على الرابط الالكتروني
http://www.mlae-sy.org/nobcms/index.php?option=com_content&task=view&id=888&Itemid=1

إن المـوارد المائيـة السـطحية مـع الفـرات تشـكل ١١٠٩٩ مليـون م٣ / سـنة أي بنسـبة ٦٤.٩ % مـن إجمـالي المـوارد المائيـة، أمـا مـوارد الميـاه الجوفيـة (الينـابيع) فتشـكل ٣٧٩٢ مليـون م٣/ سـنة أي مـا نسبته ٢١.٦ % وأخيراً المياه الجوفية المتجددة فتشكل ٢٣٢٢ مليون م٣ / سنة أي بنسبة ١٣.٥ % من إجمالي الموارد المائية في سورية.

الجدول- ٦-

أهم الأنهار في سورية

اسم النهر	الطول الإجمالي / كم	الطول ضمن الأراضي السورية / كم
الفرات	٢٢٨٠	٦١٠
الخابور	٤٧٧	٤٠٢
العاصي	٤٨٥	٣٦٦
قويق	٢٠٢	١٥٥
البليخ	٢٠٢	١١٦
الجغجغ	١٢٤	١٠٠
الكبير الشمالي	٩٦	٩٦
بردى	٨١	٨١
عفرين	١٣٦	٧٤
الأعوج	٧٠	٧٠
الكبير الجنوبي	٧٦	٥٦
اليرموك	٦٠	٤٨
الزركان	١٢٥	٤٥
السيبراني	٢٣	٣٢
الساجور	١٢٢	٢٧
الجرجب	٧٨	٢٦
بانياس الساحل	٢٢	٢٢
الابيض	٢٠	٢٠
أبو قبيس	٦	٦
السن	٦	٦
البارد	٥.٥	٥.٥

المصدر: موقع وزارة الري *

الجدول- ٧-

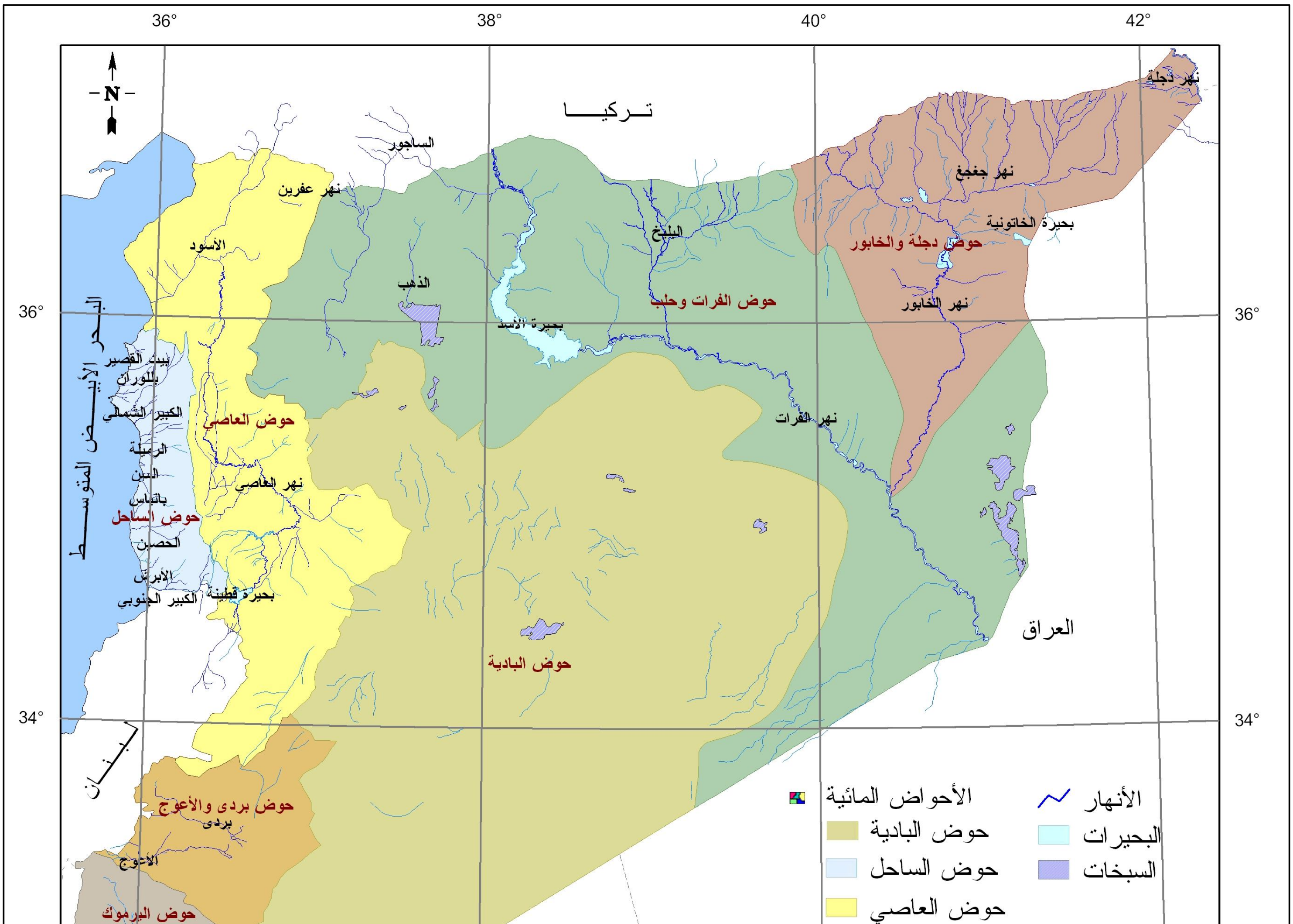
البحيرات الرئيسة في سورية

اسم البحيرة	المساحة / كم2
الأسد	٦٦٥
سبخة الجبول	٢٣٩
تشرين	١٦٦
قطينة	٦١
البعث	٢٧
خاتونية	٣
مزيريب	١
مسعدة	١

المصدر: موقع وزارة الري *

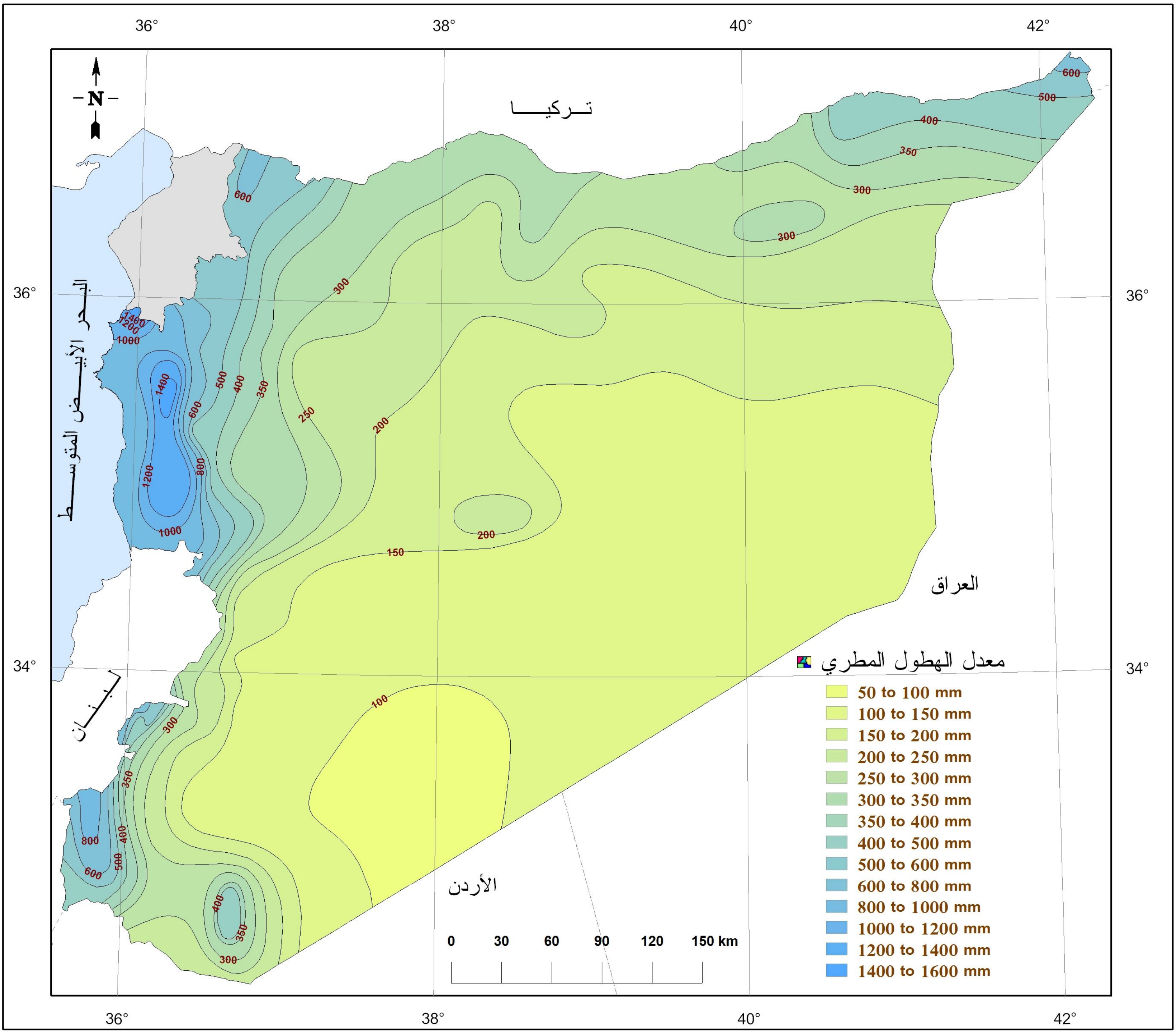
البيانات المائية- الموقع الخاص بوزارة الري
http://www.irrigation.gov.sy/index.php?m=52

الخارطة -١٠- الأحواض المائية والأنهار في سورية



المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية-من إعداد الباحث

الخارطة -١١- معدلات الهطول المطري في سورية



المصدر:الأطلس المناخي السوري – من إعداد الباحث

٢-٢- السدود

٢-٢-١- تعريف السد:

السد عبارة عن منشأة مائية تبنى في عرض الوادي النهري باتجاه النهر لتجميع أو تخزين المياه، بهدف استخدامها لأغراض متعددة كالشرب وري الأراضي الزراعية وتوليد الطاقة الكهربائية ودرء أخطار الفيضانات وغيرها...

فالسدود تعتبر من أضخم الإنشاءات المدنية التي يبنيها الإنسان والتي غيرت في كثير من الأحيان حياة الإنسان ومعالم حضارته نحو الأفضل ولكنها أدت في بعض الأحيان إلى دمار هذه الحضارة.*

٢-٢-٢- تاريخ إنشاء السدود:

تعتبر السدود من الإنشاءات الهندسية القديمة جداً ،وتعتبر الحضارة المصرية من أوائل الحضارات التي بنت السدود في العالم حيث أقيم أول سد معروف منذ عام ٤٠٠٠ قبل الميلاد، وكان لتحويل مجرى نهر النيل في مصر وذلك من أجل إنشاء مدينة ممفيس، وكان هذا السد واحداً من الأعمال الهندسية الكبرى في العالم القديم.

لقد بنيت السدود أيام الإمبراطورية الرومانية في جميع أرجاء هذه الإمبراطورية،حيث شيدت في سورية وشمال أفريقيا وفي أسبانيا وإيطاليا، وغالباً ما كانت هذه السدود تبنى بحائطين حجريين مع فراغ فيما بينهما وكان هذا الفراغ يملأ بمواد قليلة الكلفة كالتراب أو الحجارة الصغيرة المتنوعة.

كما بنى البابليون سدوداً كجزء من نظم الري بهدف تحويل بقاع غير منتجة إلى سهول خصبة قادرة على استيعاب عدد كبير من السكان ولكن بسبب الفيضانات الدورية، فإن القليل جداً من السدود هي التي مازالت موجود بينما اندثر الباقي.

وفي القرن الثامن قبل الميلاد بنى اليمنيون سداً في مأرب كان الأكثر شهرة عبر التاريخ وبعد بنائه تمت زيادة ارتفاعه من أجل حبس مياه الفيضانات في الوادي لفترات طويلة، وذلك بهدف سقي المزيد من الأراضي بواسطة نظام قنوات ويمثل الوادي فيها القناة الرئيسية وقد حصل الدمار النهائي للسد قبل ربع قرن تقريبا من مولد النبي محمد صلى الله عليه وسلم .

وشيد الساسانيون في القرن الثالث الميلادي الكثير من السدود في إيران، متأثرين إلى حد كبير بالسدود الرومانية،واستمر الحفاظ على السدود الرومانية والساسانية خلال العصور الإسلامية وبني المزيد منها كما رمّم ما يمكن ترميمه ،وكان الهدف من هذه السدود هو الري وتحويل مياه الأنهار في القنوات، أما السدود في الوقت الحالي فهي تتنوع في أشكالها وأنواعها والهدف من إنشائها، لذلك فإنه سيتم التطرق إليها بشكل مفصل في الفقرة التالية. **

---

* الجيولوجيا الهندسية "جيولوجية السدود"- مقالة – موقع اليمن على الرابط الإلكتروني:
http://www.al-yemen.org/vb/showthread.php?t=25876

** السدود – مقالة- موقع كلمات على الرابط الإلكتروني:
http://www.kl28.com/books/showbook.php?bID=77&pNo=4#start

٢-٢-٣- أجزاء السد:

يتكون السد من أجزاء رئيسية ثلاث وهي :

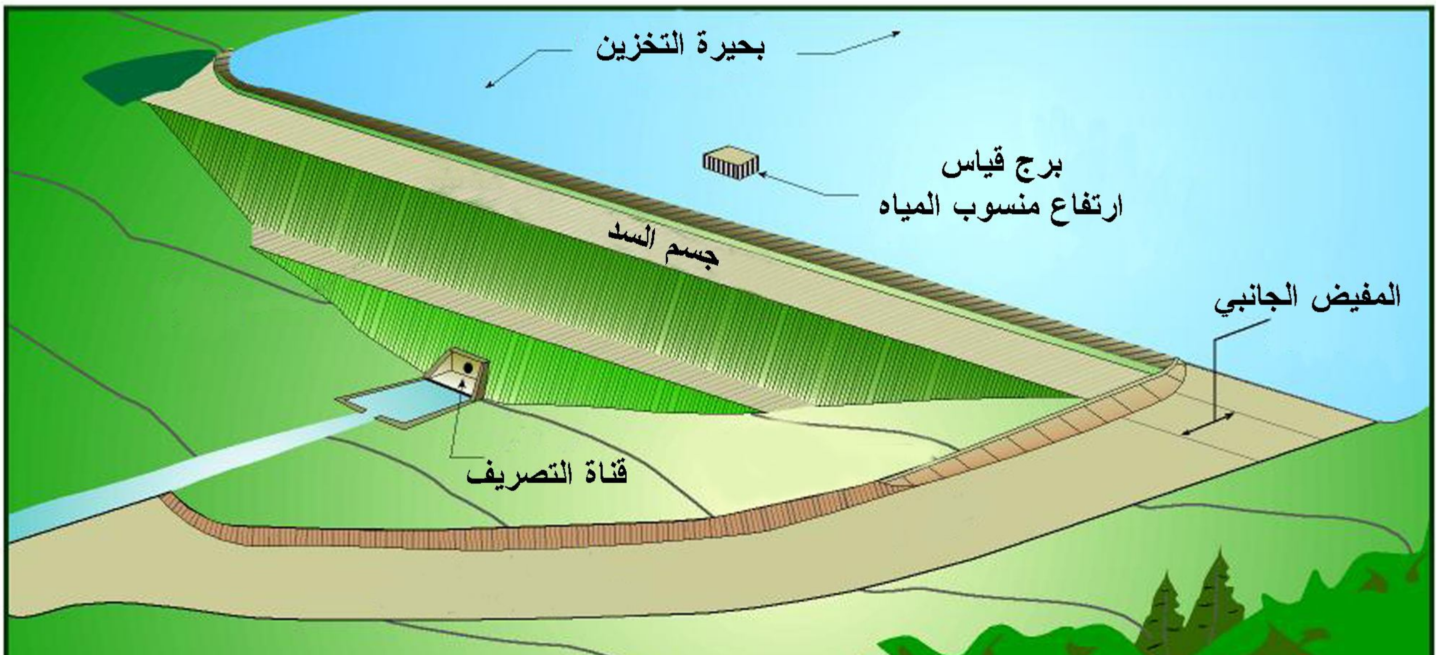
١- جسم السد.

٢- مفيض السد.

٣- بحيرة التخزين.

فجسم السد هو الحاجز الذي يقسم المياه والمبني باتجاه المياه أما المفيض عبارة عن وسيلة لتحويل أو لتصريف مياه الفيضان الزائدة من بحيرة التخزين لمنعها من أن تتجاوز حد الامتلاء مما قد يتسبب في إحداث أضرار بالسد ، أما بحيرة التخزين فهي أي شكل من أشكال أحواض تخزين المياه أو بحيرة صناعية. *

الشكل -١٣- أجزاء السد *



* السدود- مقالة- موقع عمان نت على الرابط الإلكتروني
http://www.omanet.om/arabic/economic/wat2.asp?cat=eco&subcat=eco7

٢-٢-٤- شروط بناء السد:

يبنى السد حيث يتوافر مورد مائي يمكن توظيفه لفائدة ما ،لكن هناك مجموعة من العوامل التي تؤخذ بالحسبان عند اختيار الموقع الأمثل لبناء السد ، لذلك فإنه قبل بناء السد لا بد من الدراسات التالية :

أ- دراسات جيولوجيه وتشمل:

- دراسات لطبقات المنطقة .
- دراسات لطبيعة المنطقة التكتونية ونشاطها الزلزالي.
- دراسات لهيدرولوجية المنطقة (كمية الأمطار الساقطة والمياه السطحية، هيدروجيولوجية المنطقة بالإضافة للمياه الجوفية في المنطقة).
- دراسات للتراكيب الجيولوجية الموجودة في المنطقة من فوالق وطيات وصدوع .
- دراسات لطبوغرافية المنطقة.

ب- دراسات جيوتكتونية وتشمل ما يلي :

- قياس نفاذية التربة وذلك من خلال أخذ عينات من المنطقة وقياس الخواص الفيزيائية للتربة وأيضاً قياس خواص الصخور كقوة تحملها لقوى الإجهاد المختلفة Stress مثلا.
- حساب سعة السد التخزينية Storage Capacity .
- حساب قوة تحمل السد للمياه Bearing Capacity .

بالإضافة إلى الخصائص الأخرى الموجودة في منطقة السد من دراسات مناخية وطبيعة للمنطقة ودراسات سكانية ودراسة احتياجات المنطقة من السد وغيرها من الدراسات الأخرى. *



الصورة -٨- أ- صورة فضائية رأسية لسد الرستن



الصورة -٨- ب- صورة جانبية مجسمة لسد الرستن

المصدر: Google Earth

* الجيولوجيا الهندسية "جيولوجية السدود " (مصدر سابق).

٢-٢-٥- أنواع السدود:

يمكن تقسيم السدود إلى عدة أنواع وذلك حسب حجم السد أو حسب الهدف من إنشاء السد بالإضافة إلى الشكل ومواد الأساس.

أ- السدود حسب الارتفاع:

تعرف المراجع والقياسات العالمية السدود حسب الارتفاع إلى :

- السدود الصغيرة أو المتوسطة وهي السدود التي يقل ارتفاعها عن ١٥ م.
- السدود الكبيرة وهي السدود التي يزيد ارتفاعها عن ١٥م.
- السدود العملاقة وهي السدود التي يزيد ارتفاعها عن ١٥٠م. *

تصنف السدود في سورية من حيث الحجم إلى صغيرة ومتوسطة وخير مثال على السدود الكبيرة هي سد الفرات وسد الرستن وسد ١٦ تشرين وهذه السدود يزيد ارتفاعها عن الخمسين متر.

ب- السدود حسب الحجم:

تصنف إلى : - سدود صغيرة الحجم والتي يقل الحجم التخزيني الإجمالي عن ٢ مليون متر مكعب.

- سدود متوسطة الحجم والتي يتراوح حجم التخزين الإجمالي ما بين ٢ - ٥٠٠ م.م٣.

- ستدود كبيرة الحجم والتي يزيد حجم التخزين الإجمالي عن ٥٠٠م.م٣.

ج- السدود حسب مصادر تغذيتها:

- سدود تشيد على المجاري المائية الدائمة أو المؤقتة.
- سدود تجميعية.
- سدود لحصاد مياه الأمطار.

د- السدود حسب الهدف من إنشائها :

يمكن أن تقسم السدود حسب الهدف من إنشائها إلى:

- سدود بهدف الري.
- سدود لتوليد الطاقة الكهربائية.
- سدود ترشيحية بهدف تغذية المياه الجوفية.
- سدود لدرء الفيضان.
- سدود لسقاية المواشي.
- سدود لتأمين مياه الشرب.

---

* السدود - مقالة- الموسوعة العلمية ويكبيديا على الرابط الإلكتروني:
http://en.wikipedia.org/wiki/Dam#By_size

ويمكن للسدود أن تجمع أكثر من هدف عند إنشائها كما هو حال العديد من السدود في سورية كسد الفرات الذي تم الانتهاء من إنجازه عام ١٩٧٨ والذي يبلغ ارتفاعه حوالي ٦٠ م وبطول ٤.٥ كم وسعة تخزينية ١٤١٦٣ مليون م٣ وقد بني هذا السد بغرض الري واستصلاح الأراضي بالإضافة لتوليد الطاقة الكهربائية ودرء الفيضان (الصورة ٩ و ١٠).



الصورة -٩- صورة فضائية توضح سد الفرات

المصدر: Google Earth



الصورة -١٠- صورة فضائية توضح جسم السد

المصدر: Google Earth

<u>هـ- السدود حسب الشكل ومواد البناء:</u>

تقسم السدود حسب الشكل ومواد الأساس أو البناء إلى:

١- السدود الخراسانية(الإسمنتية) Concrete dams .

٢- السدود الركامية Fill or Embankment dams . *

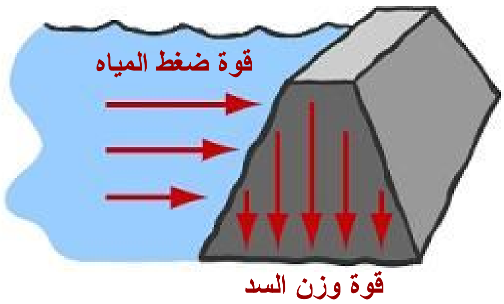
١-السدود الخراسانية Concrete dams :

وتقسم هذه إلى ثلاثة أنواع وهي:

<u>I- السدود الخراسانية التثاقلية Gravity dams :</u>

وتعتمد في قوتها على وزن الاسمنت المقاوم للضغط الجانبي للماء Side Pressure وقوة الجاذبية الأرضية Gravity للجدار المانع الإسمنتي المصمم بطريقة هندسية ذات قواعد ضخمة ومتوازنة ويعتبر هذا النوع من أنماط السدود من الأنماط المكلفة جداً في الإنشاء بسبب حاجتها لكميات هائلة من مواد البناء كالإسمنت ومن أمثلة هذه السدود سد غراند غولي في واشنطن عاصمة الولايات المتحدة الأمريكية . **

الشكل -١٤- سد خراساني تثاقلي **



الصورة -١١- سد غراند غولي التثاقلي **

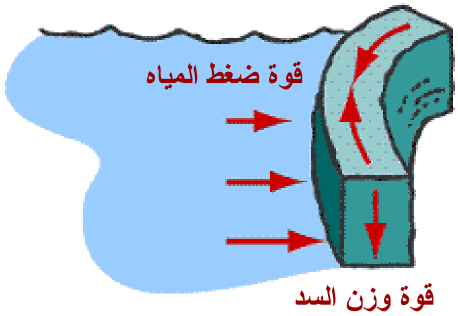


* الجيولوجيا الهندسية "جيولوجية السدود " (مصدر سابق).
** أنواع السدود - مقالة - مجلة ضاد العلمية على الرابط الإلكتروني
http://www.dhadh.com/page.php?id=7269

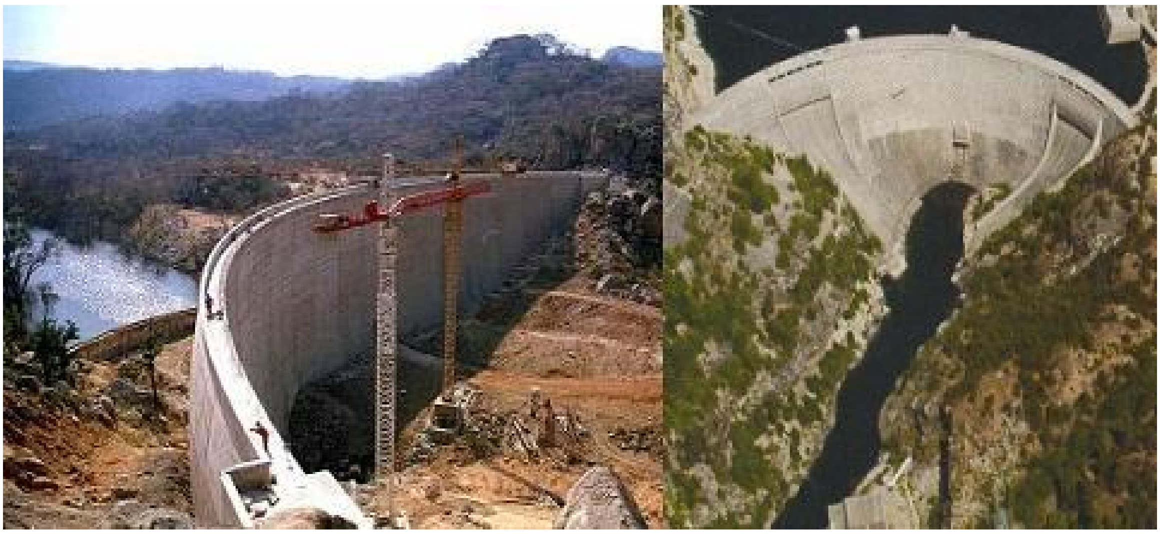
II- السدود الخراسانية المقوسة Arch dams :

يعتبر من أبسط أشكال السدود وأقلها تكلفة من حيث المواد والتصميم من أي نمط من أنماط السدود الأخرى ويستخدم هذا النوع من تصميم السدود في الأماكن الضيقة والصخرية ، حيث يكون السد على شكل قوس منحني يحجز خلفه الكميات الهائلة من مياه الأنهار، وأشهر أمثلته سد الأتازار Dam El Atazar في إسبانيا. *

الشكل -١٥- سد خراساني مقوس *



الصورة -١٢- سد الأتازار المقوس *



* أنواع السدود (مصدر سابق).

III- السدود الخراسانية المدعمة Buttress dams :

تكون هذه السدود منبسطة قليلاً أو كثيراً أو مقوسة ، لكن هناك دائماً أساسيات تصميمية تميزها عن غيرها وهي سلسلة من الدعائم أو التعزيزات الخراسانية الإسمنتية (تستخدم لنقل القوى المؤثرة على الجدار إلى منطقة أخرى أكثر قوة وتحمل كالأرض أو أساسات داعمة أخرى).

حيث تقوم هذه الدعائم الإنشائية بتقوية ودعم بناء السد من الجهة الخارجية في اتجاه مجرى النهر ومن أمثلة هذا النوع من السدود سد الفرات. *

الشكل -١٦- سد خراساني مدعم *



الصورة-١٣- سد الفرات الخرساني المدعم *



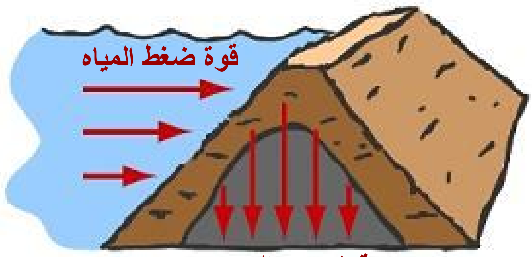
---

* أنواع السدود (مصدر سابق).

٢- السدود الركامية Fill or Embankment dams :

وهي سدود ضخمة مكونة من الصخور والأتربة ، مشابهة لنمط سدود الخرسانية التثاقلية ، حيث تعتمد هذه السدود على أوزانها الكبيرة في مقاومة القوى الهائلة الناتجة عن المياه المحجوزة ، وما يميز هذه السدود هو كثافة المادة داخلها ، فالعازل الداخلي يمنع ترشح أو تسرب المياه عبر بناء السد وتوجد العديد من السدود الردمية في سورية كما هو الحال في سد الثورة وسد بللوران في حوض الساحل السوري. *

الشكل -١٧- سد ركامي *



الصورة-١٤- سد الثورة الركامي *



* أنواع السدود (مصدر سابق).

٢-٢-٦- السدود في سورية:

بلغ عدد السدود المنفذة في سورية حتى عام ٢٠٠٦ حوالي ١٦٠سداً حسب البيانات الخاصة بوزارة الري حيث تختلف هذه السدود في أحجامها وأهدافها وأشكالها ويبين الجدول رقم ٨ في الأسفل عدد السدود في كل حوض ومجموع التخزين الإجمالي للسدود بـ مليون م٣(الخارطة رقم ٩ توضح السدود في سورية). *

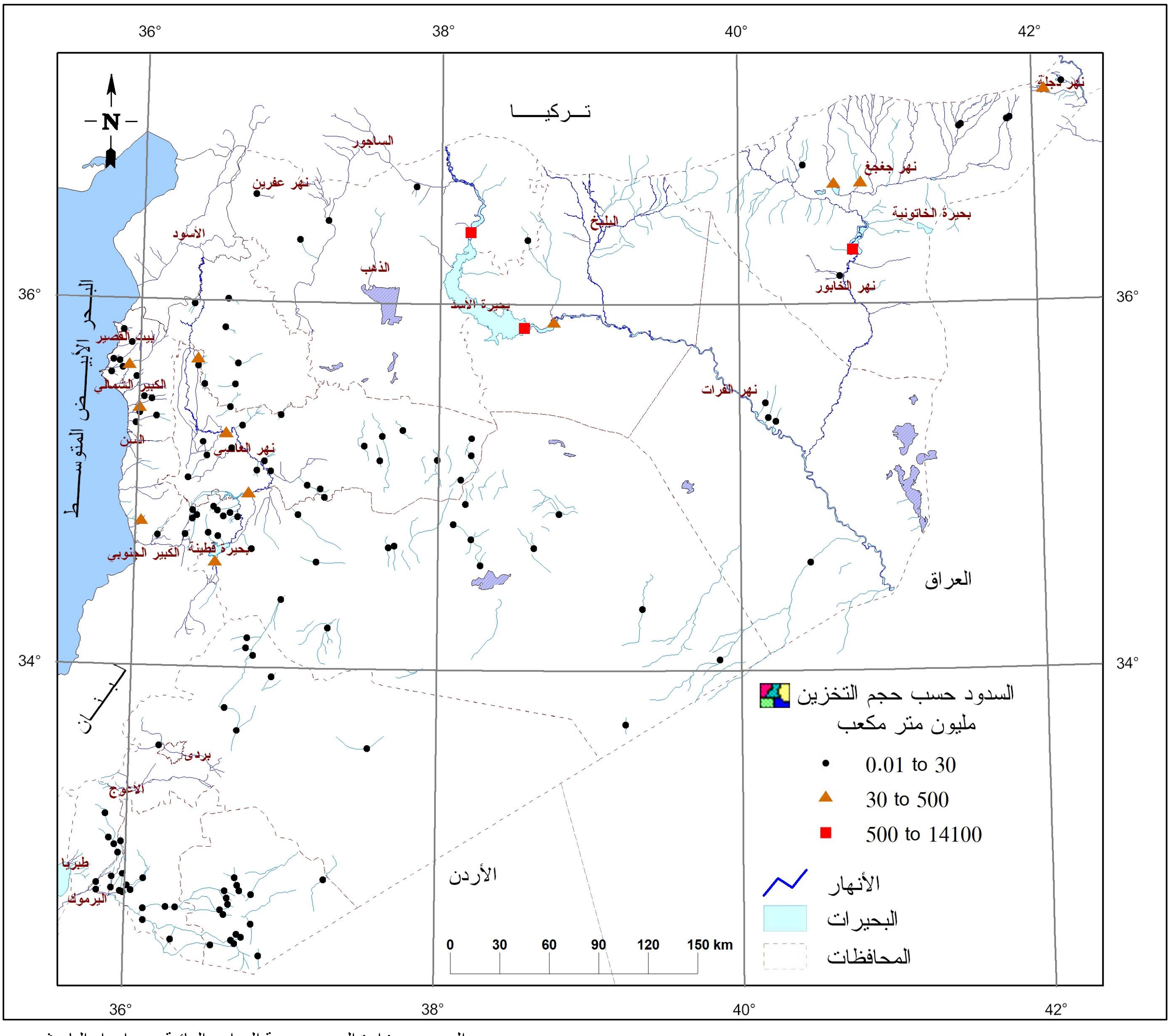
الجدول- ٨-

اسم الحوض	عدد السدود	مجموع التخزين الإجمالي للسدود – مليون م٣
بردى والأعوج	٦	٨.٢٨٢
العاصي	٤٢	٩٤٧.٧٢
الساحل	١٩	٥٥٢.٩٢
دجلة والخابور	١٢	١٠٤٥.٣٤
الفرات وحلب	٣	١٦١٣٦
اليرموك	٤١	٢٠٦.٢
البادية	٣٧	٦٩.٥٩
المجموع	١٦٠	١٨٩٦٦.٠٥٢

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

* راجع الملحق رقم -١- في نهاية البحث والمتضمن البيانات التفصيلية عن السدود في كل حوض مائي.

الخارطة-١٢- السدود في سورية



المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية- من إعداد الباحث

٢-٣- السد الافتراضي موضع الدراسة

مقدمة:

يمكن اعتبار العديد من السدود كسد افتراضي يمكن أن يشكل موضوعاً للدراسة وذلك للأهمية البالغة للسدود فعلى الرغم من الفوائد الكبيرة للسدود في مجال توليد الطاقة أو السقاية والري ودرء الفيضان...وغيرها من الفوائد الأخرى فإنها قد تؤدي إلى كوارث وأخطار عديدة في حال انهيارها إما نتيجة لحوادث طبيعية خارجة عن إرادة الإنسان كالزلازل أو الهطولات المطرية الغزيرة وأحياناً الحت وعوامل التعرية الداخلية، أو نتيجة لأخطاء قد تكون من صنع الإنسان كالبنية الهندسية والإنشائية الضعيفة للسد أو الاختيار الخاطئ لمكان إنشاء السد أو نتيجة لحوادث مصطنعة.

وبالتالي فإنه في حال حدوثها فإنها ستعرض المناطق المنخفضة والتي تكون عادة خلف السد لأخطار وخسائر مادية وبشرية كبيرة.

ونظراً لما تتمتع به المنطقة الساحلية من موارد مائية كثيرة هذا فضلاً عن الهطولات المائية الكبيرة والغزيرة غالباً فقد وقع الاختيار على أحد هذه السدود الموجودة ضمن حوض الساحل وهو سد بللوران.

إن اختيارنا لهذا السد ينطلق من ضرورة تطبيق المنهجية الأكاديمية للدراسة على منطقة جغرافية محددة ومنشأة بحد ذاتها ، لاسيما وأن الحوض المائي لهذا السد محدود المساحة والمجرى الرئيسي فيه محدد الطول مما يتناسب مع حجم ومستوى العمل على رسالة الماجستير.

٢-٣-١- حوض الساحل :

نظراً لوجود سد بللوران في منطقة حوض الساحل السوري فلا بد لنا من التطرق بشكل مقتضب إلى الخصائص الطبيعية والمناخية والمائية التي تتمتع يها المنطقة حيث يمتد حوض الساحل السوري بين خطي طول ٤٠´ ٣٥° غرباً و ١٥´ ٣٦° شرقاً وخطي عرض ٥٦´ ٣٥° شمالاً و٣٨´ ٣٤° جنوباً ويمثل هذا الإقليم الواجهة البحرية للقطر ويغطي مساحة قدرها ٦٧٠٠ كم٢ منها ٢٧٠٠ كم٢ ضمن أراضي لواء اسكندرون ، وبالتالي فإنه ينحصر بين خط تقسيم المياه عند قمم الجبال الساحلية الغاب من الشرق،وساحل البحر المتوسط في الغرب(الصورة رقم ١٥ تمثل صورة فضائية لحوض الساحل).

أ- تضاريس وجيولوجية الحوض:

تتميز الطبيعة التضاريسية لهذا الحوض من الغرب باتجاه الشرق بالساحل الشديد التعرج شمالاً إلى رملي قليل التعرج جنوباً تليها السهول الساحلية والتي تتميز بتربتها اللحقية الخصبة والتي تشكلت من الحت والترسيب الشاطئي ومن لحقيات الأنهار،ثم تأتي سلاسل الجبال الساحلية والتي تتميز بارتفاعها وتضرسها ويتميز سفحها الغربي بأنه منحدر تدريجياً نحو السهول الساحلية بينما ينحدر السفح الشرقي بشدة باتجاه منطقة الانهدام.

أما من حيث التشكيل الجيولوجي فقد تعرضت المنطقة إلى ضغط التوائي شديد جعل البنية التضريسية بنية التوائية (الجبال الساحلية) ومصدعة (سهل الغاب)، وإذا استثنينا الصخور الاندفاعية الخضراء في منطقة الباير والبسيط والصخور البازلتية في جبل الحلو وأجزاء متفرقة إلى الجنوب من بانياس فإن الصخور الرسوبية هي المسيطرة وتعود إلى الزمنين الثاني والثالث والرابع وبين الصخور الرسوبية تغلب الكلسية والتي تشكل معظم الجبال الساحلية بالإضافة للدولوميتية التي تتحلل وتعطي التربة الحمراء مع الصخور البازلتية ويظهر الكلس الحواري عند السفوح الدنيا بينما يظهر الحجر الرملي فوق المصاطب البحرية (الخارطة رقم ١٠).

ب-المناخ والغطاء النباتي للحوض:

يسود الحوض ظروف مناخية معتدلة مع فروقات حرارية بسيطة، أما الأمطار فهي غزيرة على الشريط والسهل الساحلي وتتراوح بين ٨٠٠ ملم و١٠٠٠ ملم لتصل إلى أكثر من ١٤٠٠ ملم وأحياناً ١٦٠٠ ملم في أعالي الجبال الساحلية وبالتالي فإن البيئة المناخية السائدة هي الرطبة وشبه الرطبة والتي تتميز بانخفاض حرارتها شتاءً واعتدالها صيفاً وقد تسقط الأمطار في الأيام الباردة صيفاً في المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ١٠٠٠ م.

تتميز هذه المنطقة بغناها بالغطاء النباتي حيث تشكل القسم الأكبر من غابات سورية فتكثر فيها أشجار السرو والصنوبر والسنديان والشوح والأرز والبطم والخرنوب....مما يجعل هذه المنطقة عرضة لحرائق الغابات، وتتغطى هذه المنطقة أيضاً بغطاء عشبي كثيف، وتتميز أيضاً بغناها بالحاصلات الزراعية كزراعة الخضراوات والفول السوداني والتبغ والأشجار المثمرة كالمشمش الهندي والحمضيات وأشجار الزيتون. *

---

* المعجم الجغرافي للقطر العربي السوري- المجلد الأول- مركز الدراسات العسكرية-دمشق-١٩٩٠- ص ٤٦٠ و ٤٦١.

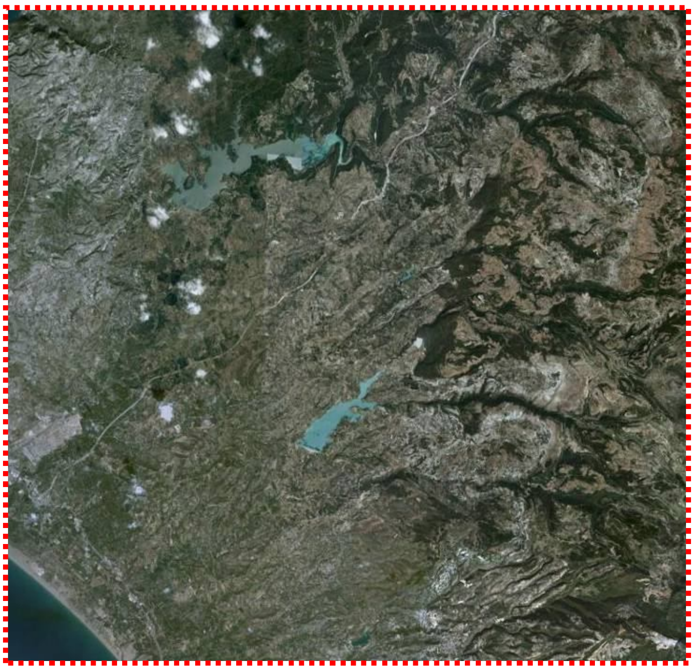
ج- *الموارد المائية في الحوض:*

يُعدّ هذا الحوض من المناطق الغزيرة بمواردها المائية سواء السطحية منها أو الجوفية فضلاً عن غناها بالأمطار حيث يشكل حجم الهطل السنوي حوالي ٦٥٣٣.٤ مليون م٣.

وتعتبر سلاسل الجبال الساحلية ، كتلة جبلية خازنة لأنها تتشكل في معظمها من صخور كلسية متشققة حيث يكثر الحت الكارستي ، وبالتالي فإن هذه المنطقة تشكل خزان مائي كبير حيث يبلغ متوسط الموارد المائية الجوفية السنوية بحوالي ٧٨٨مليون م٣ ،أما الموارد السطحية فتشكل حوالي ١٥٥٧ مليون م٣ إذ تكثر الأنهار في هذه المنطقة كنهر الكبير الشمالي ونهر الكبير الجنوبي ونهر بانياس ونبع السن الذي يعتبر من أغزر ينابيع الساحل السوري فعلى الرغم من قصره حوالي ٦ كم فإن معدل التصريف السنوي والوسطي يبلغ ١٢م٣/ثا.

بُني في هذا الحوض ١٩ سداً تختلف في أشكالها وأحجامها، ويبلغ مجموع الحجم التخزيني الأعظمي لهذه السدود بحوالي ٥٥٢.٩٢ مليون م٣ (الخارطة رقم ١١ توضح السدود والمجاري المائية الرئيسية في حوض الساحل).

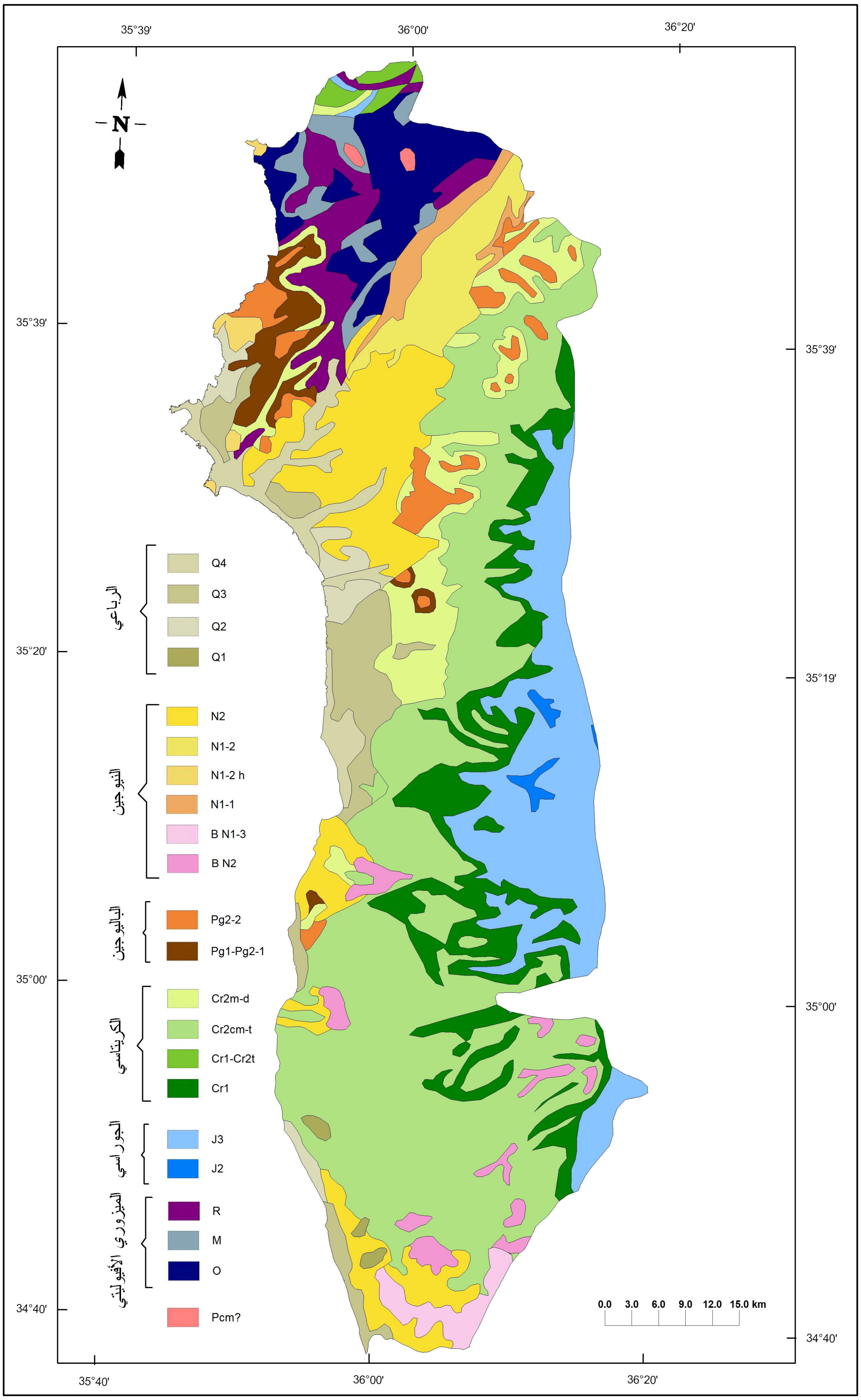
الصورة -١٥- صورة فضائية لحوض الساحل لعام ٢٠٠٧





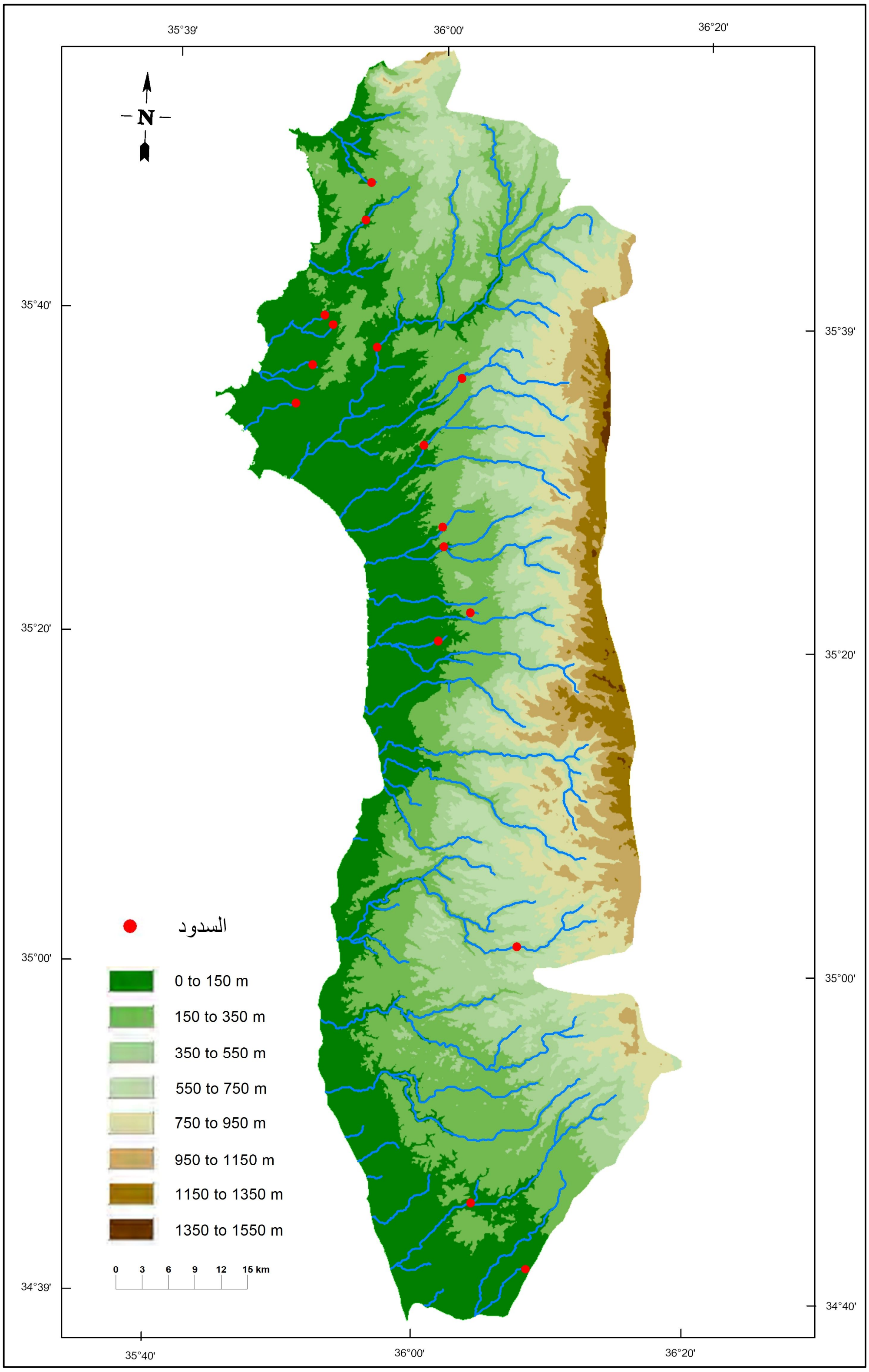
المصدر: Google Earth

الخارطة-١٣- الخارطة الجيولوجية لحوض الساحل السوري



المصدر: الخارطة الجيولوجية من المؤسسة العامة للجيولوجيا
والثروات المعدنية بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠- من إعداد الباحث

الخارطة-١٤- نطاقات الارتفاع والمجاري المائية الرئيسة والسدود في حوض الساحل السوري



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

٢-٣-٢- السد الافتراضي (سد بللوران):

سد بللوران هو سد سطحي يقع بالقرب من بلدة بللورة (بللوران) التابعة لناحية قسطل معاف منطقة مركز المحافظة على خط طول ٣٥.٩٠٣° وخط عرض ٣٥.٧٦٤° وقد أنجز سنة ١٩٧٨م وهذا السد من النوع الركامي ، أنشئ بالقرب من هذه البلدة على يمين طريق اللاذقية كسب على بعد ٣٠ كم إلى الشمال من مدينة اللاذقية.

وقد أقيم هذا السد على وادي نهر قنديل الذي تحيط به المرتفعات الجبلية (كتلة الباير)المكونة من الصخور الخضراء حيث تتكون البنية الجيولوجية للمنطقة من صخور المعقد الأفيوليتي (المؤلفة من صخور الدونيت والهارسبورجيت والغابرو بالإضافة إلى معقد الدايكات ومجموعتي اللالافا البازلتية الوسادية)، مع انتشار لصخور التشكيلة الرسوبية البركانية (المؤلقة من تعاقب الارجيليت والاليغروليت وأنواع مختلفة من الصخور الكلسية مع مستويات من الصخور البازلتية)، والصخور الكلسية والمارلية (الخارطة رقم ١٢ تمثل الخارطة التكتونية لمنطقة الدراسة).*

تغطي المرتفعات الجبلية أشجار الغابة الصنوبرية ونرى الترب اللحقية في الأحواض وبطون الأودية ، وتتراوح كمية الأمطار الهاطلة في منطقة السد مابين ٨٠٠-١٢٠٠ ملم.

يبلغ حجم التخزين للسد ١٥.٥ مليون م٣ أما الحجم المفيد له فهو ١٥ مليون م٣ ويبلغ ارتفاع السد ٣٤ م وعرض قمته ٦ م وعرض قاعدته ١٥٥ م وطوله ٣٣٠ م ويبلغ طول البحيرة ١.٣ كم أما مساحتها فتبلغ ١١٢.٥ هكتار، أما مساحة الحوض الصباب فتبلغ ٨٠ كم٢ والمساحة المروية منه ١٢٥٠ هكتار وهي لسقاية الأراضي الزراعية في وادي قنديل وقد بلغ حجم الردميات ٤٠٠٠٠٠ م٣ (الخارطة رقم ١٣ توضح الحوض الصباب لوادي نهر قنديل والحوض الصباب لسد بللوارن وموقع السد) ، إن طول شبكة الري الرئيسية ١٤.٨٥ كم أما طول شبكة الري الثانوية فهي ٦.٦ كم ،وقد ألحقت بالسد منشآت لتصفية المياه اللازمة لشرب سكان مجموعة من القرى والمزارع يصل عددها إلى ٢٨ إضافة لبلدتي القسطل وكسب ، ويحتوي جسم السد من الأسفل في الجهة غير المقابلة للمياه على قناة تصريف بالإضافة لمفيض جانبي.

وللسد قيمة سياحية لأنه يقع على الطريق الرئيسية المؤدية إلى كسب والبسيط ضمن منطقة غابات خضراء ويقصدها الزوار للسياحة والتنزه، ويعمل معظم سكان المنطقة في الزراعة ، كزراعة الحمضيات والخضر والتبغ واللوزيات والحبوب والبقول....

وفيما يلي بعض الصور لسد بللوران والتي توضح جسم السد والبحيرة وقناة التصريف والمفيض وبرج قياس منسوب البحيرة :

---

* محمد رقية ، أ.ل.كنيير-الوضع البنيوي للمعقد الأفيوليتي في شمال غرب سورية-المجلة الجيولوجية السورية-المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية- العدد الثامن- دمشق- ١٩٨٥- ص ١٧ و ١٨

الصورة-١٦- جسم سد بللوران



من تصوير الباحث

الصورة -١٧- بحيرة سد بللوران بمساحة تبلغ ١١٢.٥ هكتار



من تصوير الباحث

الصورة -١٨- الجهة المقابلة للبحيرة من جسم السد



من تصوير الباحث

الصورة -١٩- الجهة المعاكسة للبحيرة من جسم السد



من تصوير الباحث

الصورة-٢٠- المفيض الجانبي ومحطة هيدرومترية لقياس ارتفاع المياه



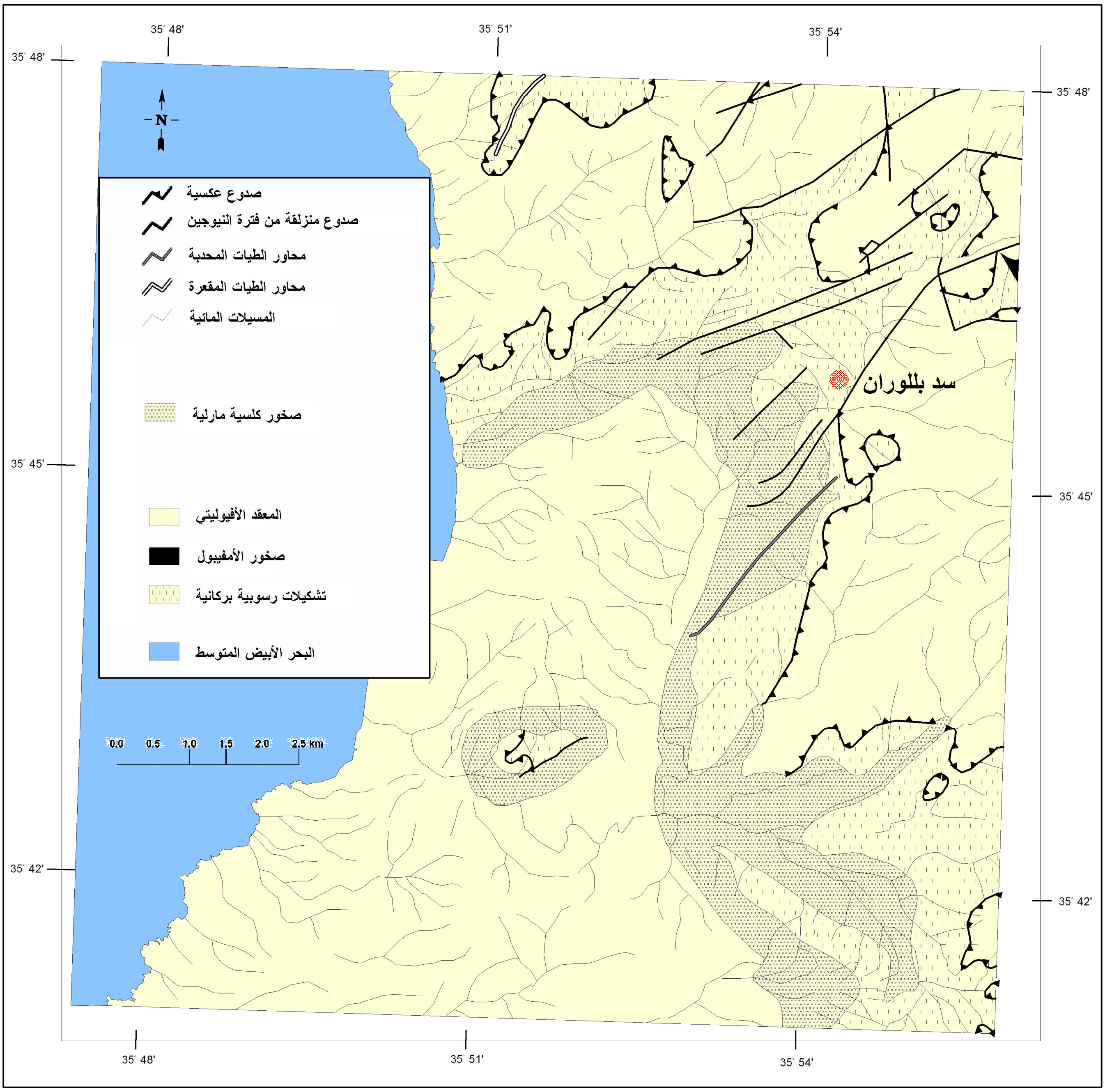
من تصوير الباحث

الصورة-٢١- قناة تصريف السد



من تصوير الباحث

الخارطة-١٥- الخارطة التكتونية لمنطقة الدراسة

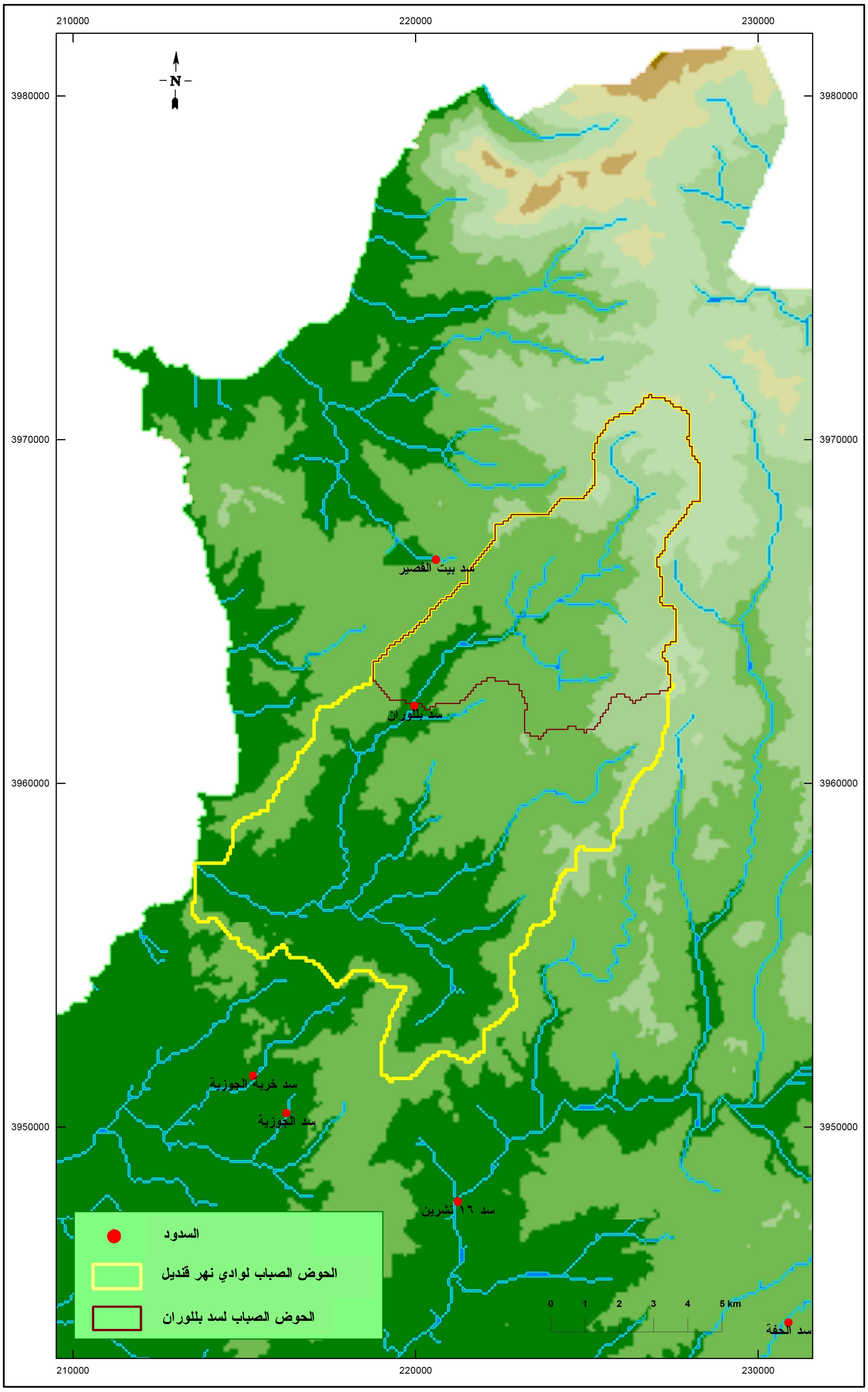


المصدر: الخارطة التكتونية لمنطقة البسيط مقياس ١:٥٠٠٠٠ - وضع محمد رقية ،أ.ل.كنيير-١٩٨٣ *

---

* محمد رقية ، أ.ل.كنيير-الوضع البنيوي للمعقد الأفيوليتي في شمال غرب سورية-المجلة الجيولوجية السورية-المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية- العدد الثامن- دمشق- ١٩٨٥- ص ١٩

الخارطة-١٦- الحوض الصباب لوادي نهر قنديل وسد بللوران وموقع السد *



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبيانات السدود من وزارة الري- مديرية الموارد المائية

---

*بلغت مساحة الحوض الصباب لوادي نهر قنديل ١٣٧.٣٤ كم٢ في حين بلغت مساحة الحوض الصباب لسد بللوران ٤٩.١٥ كم٢ وتم حساب قيمة المساحة عبر برنامج نظام المعلومات الجغرافي GIS حيث تم الأخذ بعين الاعتبار نموذج الارتفاع الرقمي عند حساب هذه المساحة (بلغت مساحة الحوض الصباب لسد بللوران حسب البيانات الصادرة من مديرية الموارد المائية ٨٠ كم٢).

٢-٣-٣- أسباب انهيار السدود

مثلما تمت الإشارة إليه سابقاً لا نريد أن نشكك في سلامة سد بللوران ولا أي سد آخر، لكن هدف الدراسة هي نمذجة مائية لحالة انهيار سد ما ، ولا يعني اتخاذ حالة سد بللوران كحالة دراسة افتراضية أنه مرشح للانهيار بل من أجل إظهار نتائج عملية الانهيار على وادٍ حقيقي ، حيث يمكن أن تكون الدراسة مرتبطة بأي سد في سورية أو خارجها ، لكن يمكننا أن نبرز أهم العوامل والقوى والمسببات التي قد تؤدي لانهيار سد ما والتي هي على النحو التالي:

١- العوامل الإنشائية:

تشكل الدراسات الجيولوجية الدقيقة لآفاق التربة لاختيار موقع السد الحجر الأساس لثباته واستقراره لكنها غير كافية دون النظر لتصميمه الهندسي ومواصفات مواد البناء وظروف وتقنيات استخدامها فعيوب تصاميم هياكل التسليح لأسس وقواعد السدود تظهر مع الزمن، ويترافق ذلك مع عيوب استخدام مواد البناء غير المحققة للخصائص الكيميائية والفيزيائية لعمليات التوازن بين كميات المواد الإنشائية المستخدمة والشروط الملائمة لامتزاجها وتفاعلها فيؤدي لتشققات في قواعد وركائز البناء للسدود، ومع توفر عامل الملوحة للمياه تزداد التشققات في هيكل البناء البيتوني، ونتيجة لتعدد الإجهادات للقوى المختلفة وغير المتوازنة لهيكل البناء يؤدي مع الزمن لإمكانية انهيار جسم السد.
بالإضافة إلى ذلك فإن نوعية تربة الردميات لجسم السد والتأثيرات البيئية المحيطة تلعب دوراً أساسياً في عمليات الحت والانجراف المائي لتربة جسم السد فتضعف مقاومتها على تحمل الحمولات والإجهادات المختلفة للمياه فينهار جسم السد ويسبب الفيضان.

٢- القوى المختلفة المؤثرة على منشآت السدود:

الوزن الذاتي للمنشأة وتجهيزاتها المختلفة،ضغط الماء،حمولات الضغط المسامي-الديناميكي حمولات الضغط المعاكس(ضغط التسرب)، تأثير التآكل الميكانيكي بالماء الراشح ، ضغط الأمواج الريحي، ضغط الرواسب النهرية المتوضعة أمام السد، قوة الهزة الأرضية، ضغط الماء الزلزالي، وضغط التربة الزلزالي.

٣- *عمليات الحت والانهيار لقوام التربة:*

١-الحت الداخلي للتربة: يؤدي لانهيار التربة (تحت وفوق) جسم السد بسبب الانجراف الحتي والتماسي، وترسيب المواد الناعمة والحت الداخلي.

٢-الحت التراجعي : يؤدي لانهيار قاعدي عند توفر الماء بشكل كافٍ في الجهة العلوية للسد خاصة عند عدم تجانس طبقات الأساس، حيث يحدث الحت التراجعي في المنطقة الخلفية للسد نتيجة ظهور أقماع (ينابيع) فتصبح بمثابة قنوات حت تعمق من جسم السد لتخترقه إلى الجهة الأمامية (لا تؤدي لانهيار السد) لكن تزيد من تسرب الماء تحت جسم السد مما يؤثر سلباً على طاقته التخزينية.

٣-الحت على حدود المنشآت المائية (الحت التماسي): يحصل تحديداً عند السطوح الطرفية بسبب (الحت الداخلي) لكن النفاذية العالية للسطوح الطرفية تزيد من عمليات الحت فتسبب انهيار قاعدي حتي خاصة عند المنشآت ذات الأساسات العميقة في حال عدم وجود جدران عازلة تمنع استمرار الحت على حدود المنشآت، ويحدث الحت التماسي على السطوح الطرفية بين التربة والمنشأة خاصة على حدود سدود الحماية من الفيضان في وديان الأنهار عند بناءها على تربة غير نفوذة للماء.

٤-الانهيار القاعدي الهيدروليكي: عند جريان الماء نحو الأجزاء الإنشائية الكتيمة يحصل ضغط مائي على الجهة السفلية باتجاه أعلى التيار (يكون حجمه أكبر من قوى الوزن الذاتي للتربة) مما يؤدي لانهيار مقاومتها فيندفع قسماً من التربة بفعل ضغط تيار الماء نحو الأعلى.

٤- *الأخطاء التصميمية المسببة في انهيار السدود:*

١-أخطاء في فلاتر الصرف المائي: وظيفتها الأساس استقبال الماء المتسرب من السد وطبقات التأسيس وصرفها نحو الخارج بشرط أن تحقق الفعالية الهيدروليكية والميكانيكية.

٢-أخطاء في تنفيذ الكتلة البيتونية (عوامل الإماهة، الهدرجة، درجة الحرارة، والخلطة الوزنية المناسبة للمواد الأولية للكتلة البيتونية، ونوعية مادة الأسمنت).

٣-أخطاء في تصميم التسليح وحساب إجهادات القص الأفقية والعمودية، وميل جوانب جسم السد.

٤-أخطاء تنفيذية في عملية صب البيتون والوصلات الاستنادية.

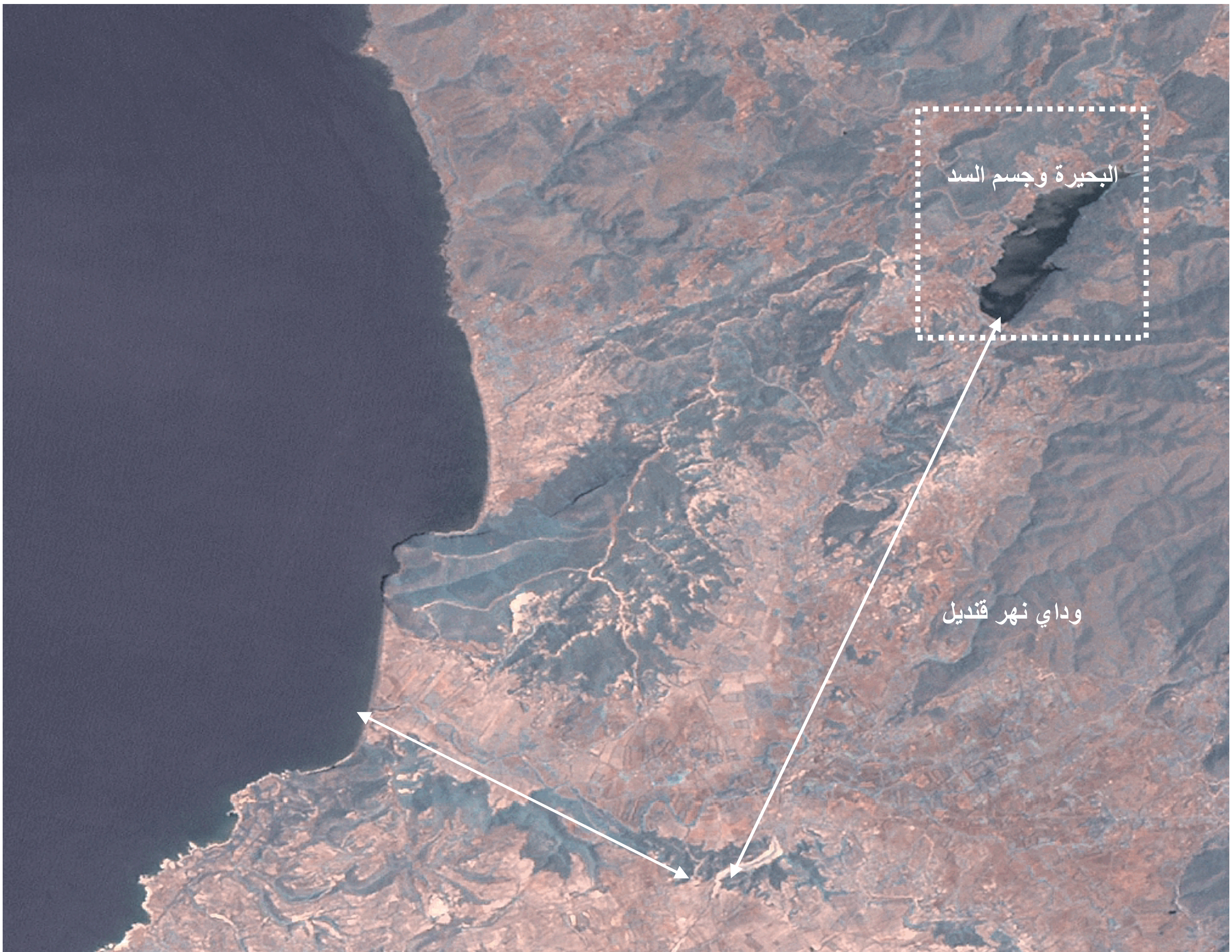
٥-أخطاء في حساب منسوب الفيضان التصميمي والموجي.

٦-أخطاء في حساب تحمل جسم السد للزلازل الأرضية. *

---

* صاحب الربيعي- الأسباب والمعالجات لانهيار السدود- مقالة- مجلة المياه على الرابط الإلكتروني:
http://www.almyah.net/mag/articles.php?action=show&id=144

الصورة -٢٢- صورة فضائية من التابع Landsat لعام ٢٠٠٧ توضح السد الافتراضي وبحيرة السد ووادي نهر قنديل

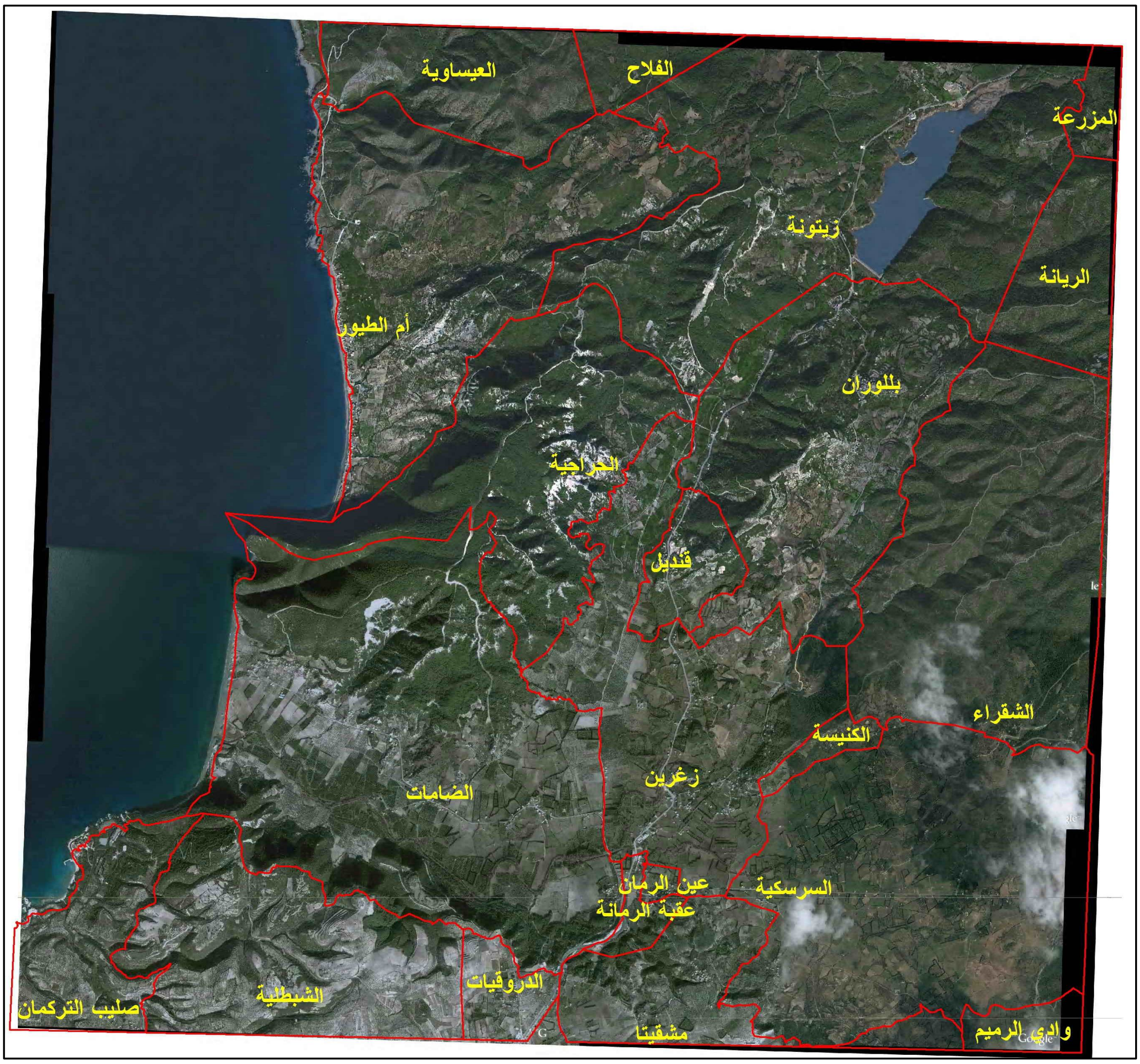


المصدر: Global Mapper

٢-٣-٤- المنطقة المتأثرة بالسد

تُعدّ غالباً المناطق الواقعة إلى الخلف من جسم السد وعلى مجرى الوادي هي المناطق الأكثر تأثراً بالسد في حال انهياره وبالتالي فإن قرى وبلديات بللوران - قنديل- زغرين - الكنيسة - السركسية - عين الرمان -عقبة الرمان والضامات ربما تكون الأكثر تعرضاً للأضرار لكونها تقع خلف السد وعلى مجرى وادي نهر قنديل ومن هنا تبرز مشكلة الموقع ولاسيما لقرب السد من بلدة بللوران والمحاذية له (الصورة رقم ٢٣).

الصورة-٢٣- صورة فضائية من التابع Spot لعام ٢٠٠٧ توضح سد بللوران والتقسيمات الإدارية لمنطقة الدراسة



المصدر:

- الصور الفضائية من Google Earth
- التقسيمات الإدارية من وزارة الإدارة المحلية

الفصل الثالث

بناء نظام المعلومات الجغرافية

٣-١-مصادر البيانات اللازمة لبناء خرائط الأساس
٣-٢- تصميم ووضع خرائط الأساس لمنطقة الدراسة
٣-٢-١-خارطة استعمالات الأراضي
٣-٢-٢-نموذج الارتفاع الرقمي

٣-١- مصادر البيانات اللازمة لبناء خرائط الأساس

اعتمدت الدراسة على عدد من البيانات والتي شكلت البنية الرئيسية لبناء خرائط الأساس والتي نتج عنها مجموعة من المخرجات اعتمدت عيها الدراسة في عمل النمذجة المائية لحالة انهيار السد وقد تمثلت هذه البيانات بـ :

١- نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة .

٢- الصور الفضائية QuickBird بدقة ٦١ سم لعام ٢٠٠٧ والتي تم تحميلها عبر برامج Google Earth Professional.

وسيتم التطرق لهذه البيانات بشكل مفصل في الفقرة التالية.

٣-٢- تصميم ووضع خرائط الأساس لمنطقة الدراسة

تمت عملية بناء الخرائط واستخراج الصور الفضائية وإرجاعها جغرافياً عبر برامج أنظمة المعلومات الجغرافية والأنظمة المساعدة والمتمثلة بـ (GeoMedia, ArcGIS, بالإضافة إلى Google Earth Pro).

تمثلت خرائط الأساس لمنطقة الدراسة بما يلي:

٣-٢-١- خارطة استعمالات الأراضي:

عبر الصور الفضائية QuickBird بدقة ٦١سم والتي تم استخراجها عبر برنامج Google Earth Pro بعدد ١٦ صورة فضائية لمنطقة الدراسة تم استنتاج خارطة استعمالات الأرضي ، حيث تأتي هذه الصور غير مرجعة جغرافياً فيتم أخذ عدد كبير من النقاط من الصور الفضائية بحيث تغطي كامل المنطقة ومن ثم يتم التعرف على الإحداثيات الجغرافية لهذه النقاط ومن ثم تأتي عملية الإرجاع الجغرافي للصور الفضائية...

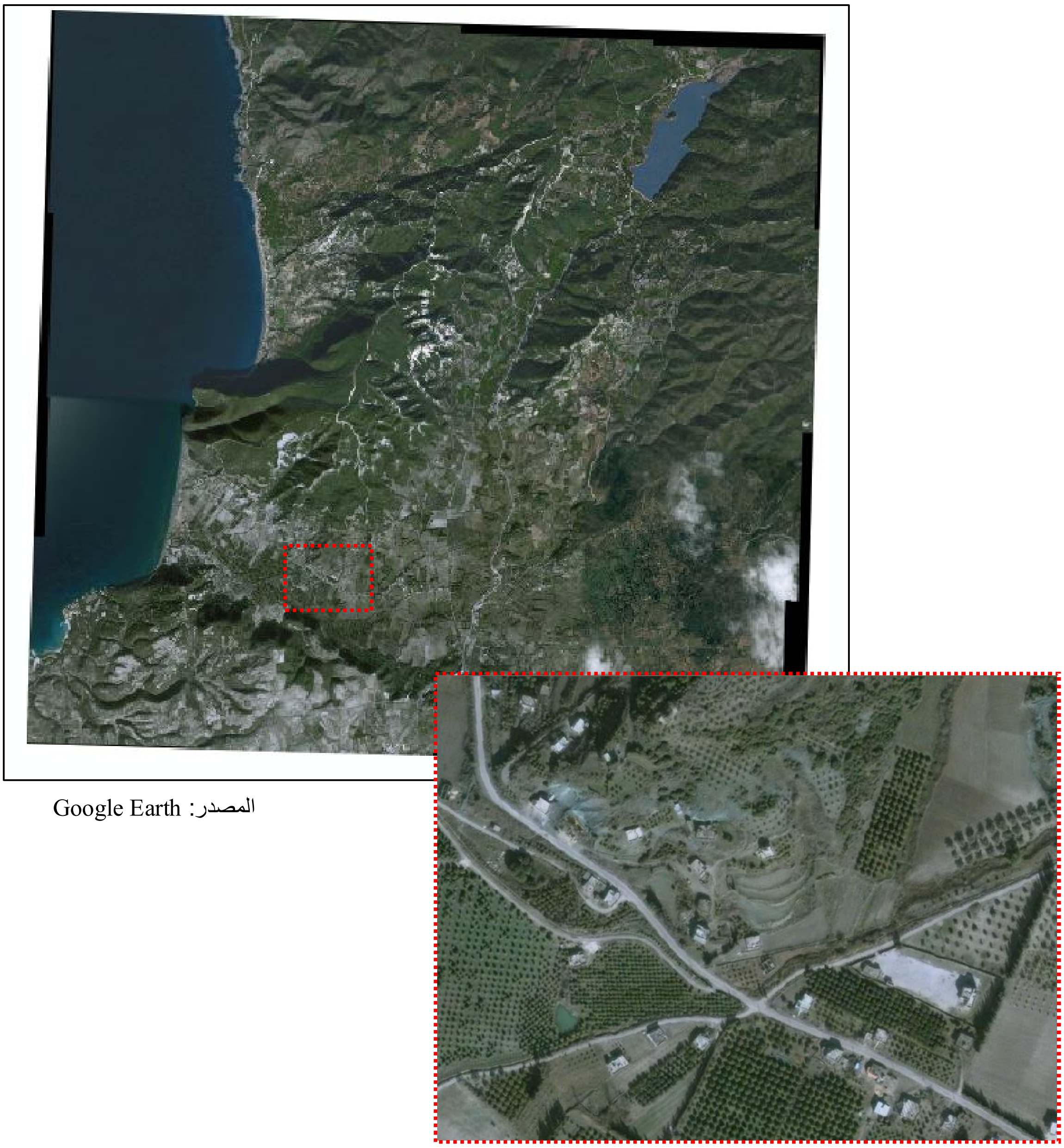
بعد ذلك يتم إجراء عملية تجميع للصور الفضائية (Mosaic) لتصبح كصورة واحدة (الصورة رقم٢٤ توضح الصورة الفضائية لمنطقة الدراسة)...

بعد الانتهاء من عملية التجميع للصور الفضائية تمت عملية الرقمنة لهذه الصور عبر برنامج GeoMedia Pro واستنتاج خارطة استعمالات الأراضي والتي شملت على الشرائح التالية:

الطرق الرئيسية والفرعية، المباني، الغابات،الأراضي الزراعية (محاصيل حقلية وأشجار مثمرة)،بحيرة السد، جسم السد،المجرى المائي، الشاطئ البحري (الخارطة رقم ١٤).

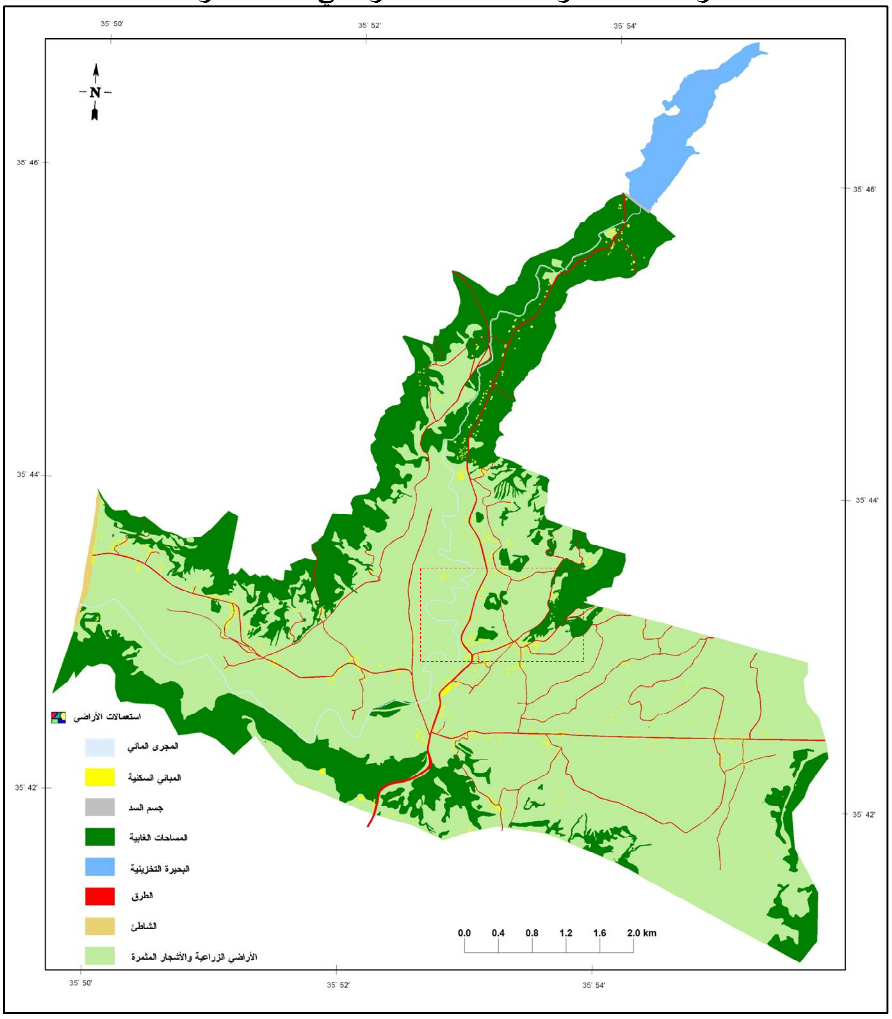
إن الهدف الرئيسي من هذه الخارطة هو تقدير حجم المخاطر والأضرار المتوقعة التي ستتعرض لها هذه المنطقة نتيجة للغمر المائي الناجم عن انهيار السد، وستتم الاستفادة من هذه الخارطة لاحقاً في التطبيق العملي لعملية النمذجة المائية.

الصورة -٢٤- صورة فضائية لمنطقة الدراسة من التابع QuickBird لعام ٢٠٠٧

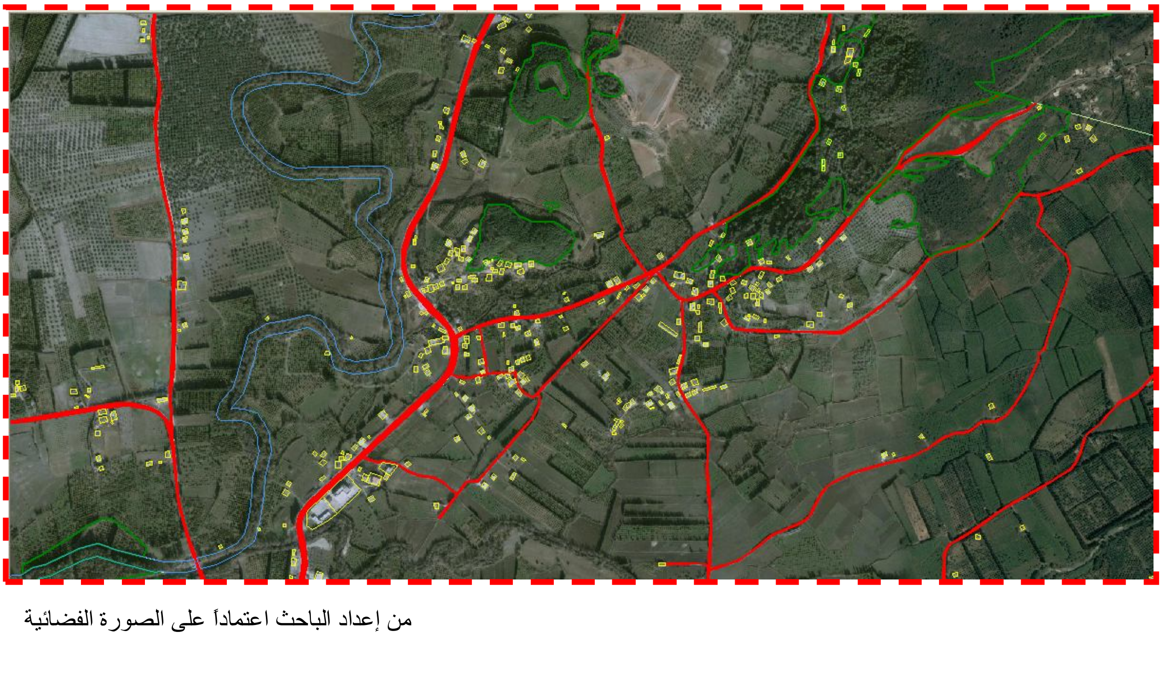


المصدر: Google Earth

الخارطة -١٧- خارطة استعمالات الأراضي لمنطقة الدراسة



من إعداد الباحث اعتماداً على الصورة الفضائية



من إعداد الباحث اعتماداً على الصورة الفضائية

٣-٢-٢- نموذج الارتفاع الرقمي: (DTMs) Digital Terrain Models

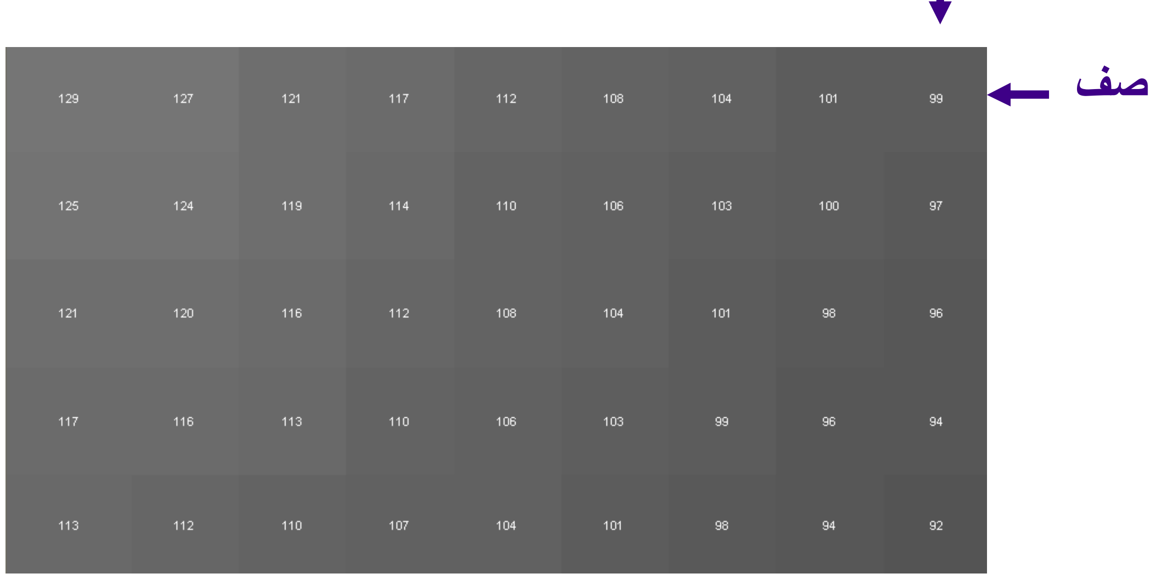
يشكل نموذج الارتفاع الرقمي الحجر الأساس في عملية الدراسات المائية والنمذجة المائية لحالة انهيار سد وعلى أساسه ستبنى أغلب الدراسة بالإضافة لمشاهدة هذه النماذج بشكل ثلاثي الأبعاد وإجراء العديد من تحليلات السطوح عليه وتعتمد دقة الدراسة على مدى دقة نموذج الارتفاع الرقمي وتكون بيانات هذا النموذج إما على شكل بيانات مصفوفية Grid من نوع شعاعي (Raster) أو على شكل شبكة المثلثات غير المنتظمة TIN من نوع خطي (Victor).*

سيتم استخدام كلا النوعين من البيانات في المراحل العملية للمشروع وسيتم التطرق لذلك في الفقرات القادمة من البحث.

<u>أ- نموذج ارتفاع الرقمي على شكل بيانات مصفوفية Grid :</u>

نموذج البيانات هنا يكون بصيغة Raster وتكون هذه البيانات على شكل خلايا متساوية الحجم مرتبة على شكل صفوف وأعمدة وتخزن في كل خلية قيمة واحدة تمثل متوسط الارتفاع وكلما كان قياس الخلية صغيراً،أمكن الحصول على تفاصيل ودقة أكبر ونتائج أفضل في الدراسة ، وقد أعتمد في هذه الدراسة على ملفات DEM بدقة خلية ١٠× ١٠ م وتراوحت فروق الارتفاع بين الخلايا من ١م إلى ٥م (الشكل رقم ١٨). **

الشكل -١٨- البيانات المصفوفية على شكل خلايا Pixels



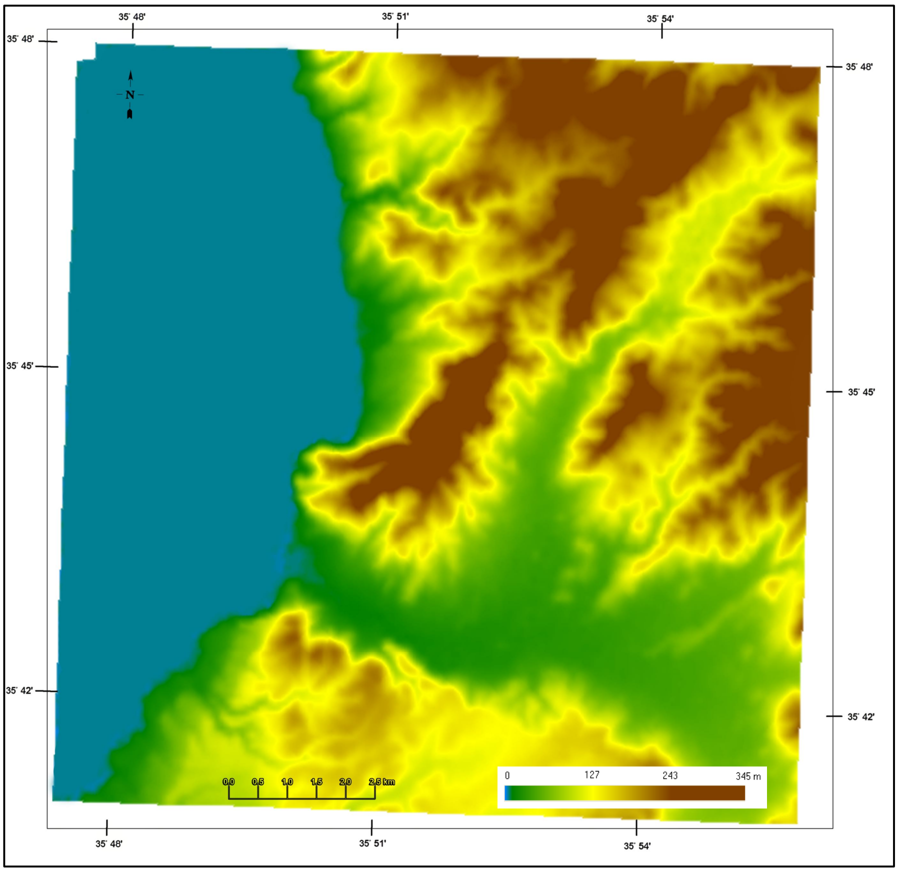
من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

---

* Ian Heywood, Sarah Cornelius, Steve Carver-An Introduction to Geographical Information System-Pearason-UK-2006-P88 and 89

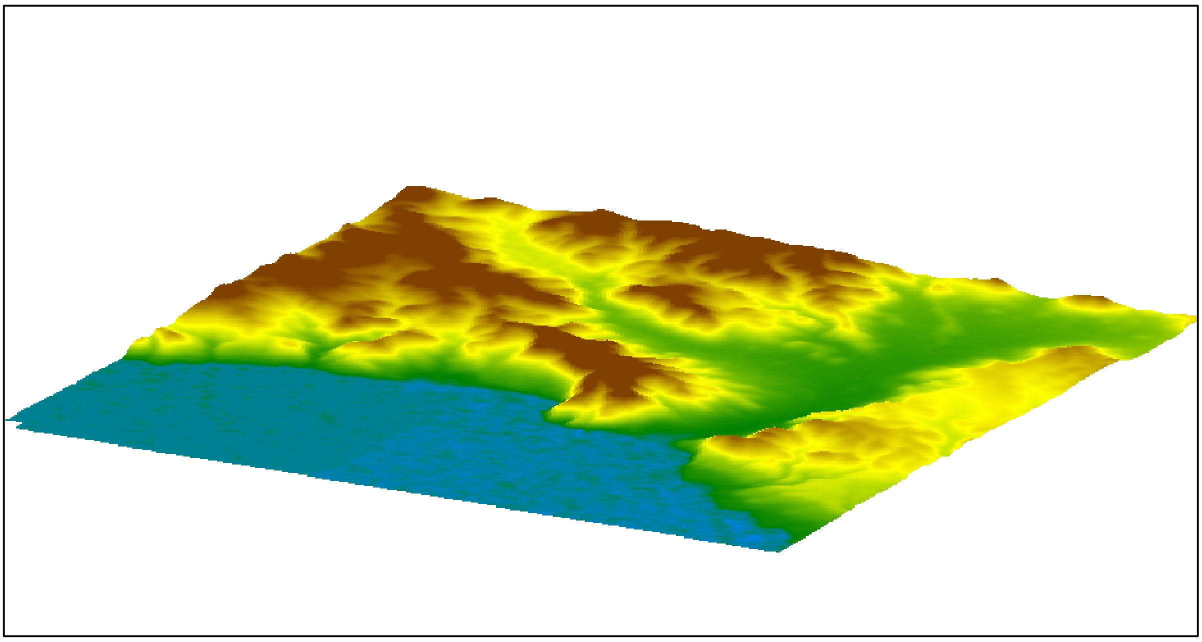
**بيانات الارتفاع الرقمي Digital Elevation Models (DEM) تم الحصول عليها عن طريق Delft University-Netherlands.

الخارطة - ١٨- نموذج الارتفاع الرقمي بصيغة Grid لمنطقة الدراسة



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

الشكل-١٩- نموذج مجسم مع رؤية جانبية لنموذج الارتفاع الرقمي بصيغة Grid لمنطقة الدراسة

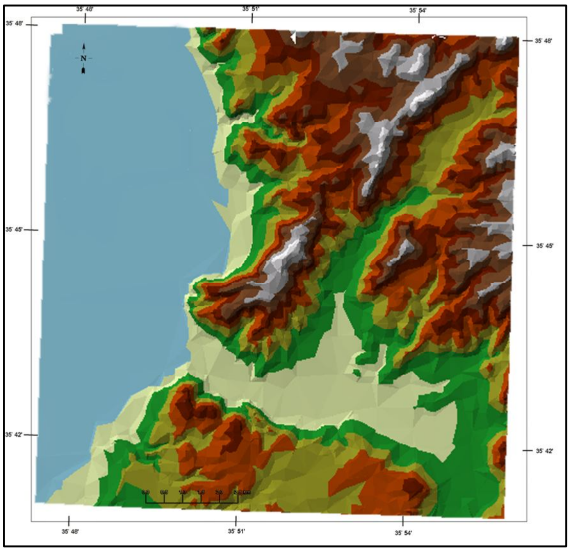


من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

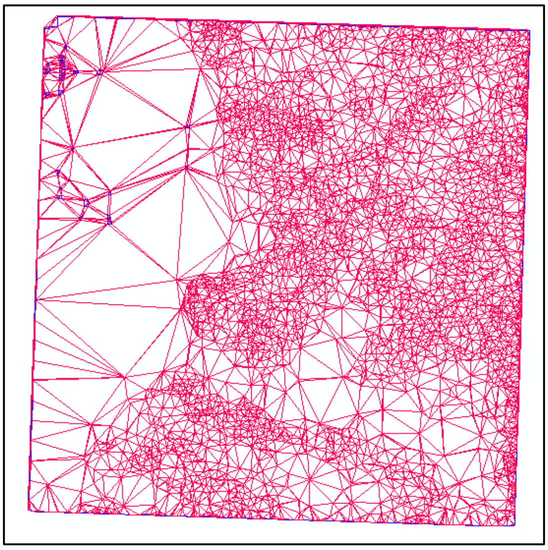
ب- *نموذج الارتفاع الرقمي بصيغةTIN شبكة المثلثات غير المنتظمة :*

تتمثل هذه البيانات على شكل شبكة مثلثات غير منتظمة Triangulated Irregular Network ونموذج هذه البيانات من نوع Vector وتبنى عادة من خطوط الارتفاع المتساوي أو مجموعة من نقاط الارتفاع أو عن طريق عملية تحويل البيانات المصفوفية بصيغة GRID إلى بيانات مصفوفية بصيغة TIN و هنا في هذه الدراسة تم تحويل نموذج الارتفاع بصيغة GRID إلى TIN.*

الخارطة -١٩- نموذج الارتفاع الرقمي بصيغة TIN لمنطقة الدراسة

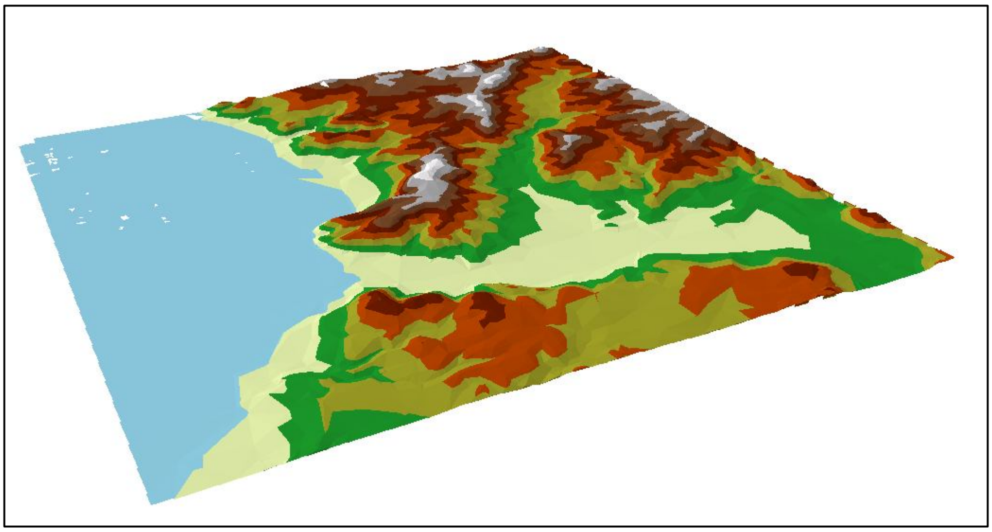


الشكل -٢٠- شبكة المثلثات غير المنتظمة



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

الشكل-٢١- نموذج مجسم مع رؤية جانبية لنموذج الارتفاع الرقمي بصيغة TIN لمنطقة الدراسة



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

* Mennojan Kraak, Ferjan Ormeling -Cartography Visualization of Geospatial Data -Pearason-UK-2003-P87

الفصل الرابع

التحليلات المكانية للمخاطر ووضع خرائط الخطر

٤-١- التحليلات المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي وخرائط النمذجة المائية

يعد نموذج الارتفاع الرقمي العامل المهم في عمل الدراسات المائية بالإضافة للعديد من الدراسات الأخرى والذي سينتج عنها مخرجات كثيرة سوف تفيد لاحقاً في عملية إجراء النمذجة المائية لحالة انهيار سد....

بعد أن تتم تهيئة وبناء نموذج الارتفاع الرقمي يتم إدخال هذا المنتج إلى برامج متخصصة في كل ما يتعلق بهيدرولوجيا المياه ومن هذه البرامج WMS (Water shade Modeling System) والمطور من قبل جامعة بيرغهام يونغ الأمريكية حيث أن هذا البرامج يتعامل مع المُخرجات من أنظمة المعلومات الجغرافية GIS ويشكل رديفاً لها وأيضاً يستطيع التعامل مع مُخرجات البرامج المتخصصة بهيدرولوجيا المياه في أنظمة المعلومات الجغرافية GIS.

ينتج بعد استيراد نموذج الارتفاع الرقمي ذو البيانات المصفوفية من نوع Grid في برنامج WMS العديد من التحليلات المائية والتي تفيد الدراسة وتعتمد دقة هذه النتائج على دقة نموذج الارتفاع الرقمي كما أسلفنا سابقاً ومن أهم هذه المخرجات:

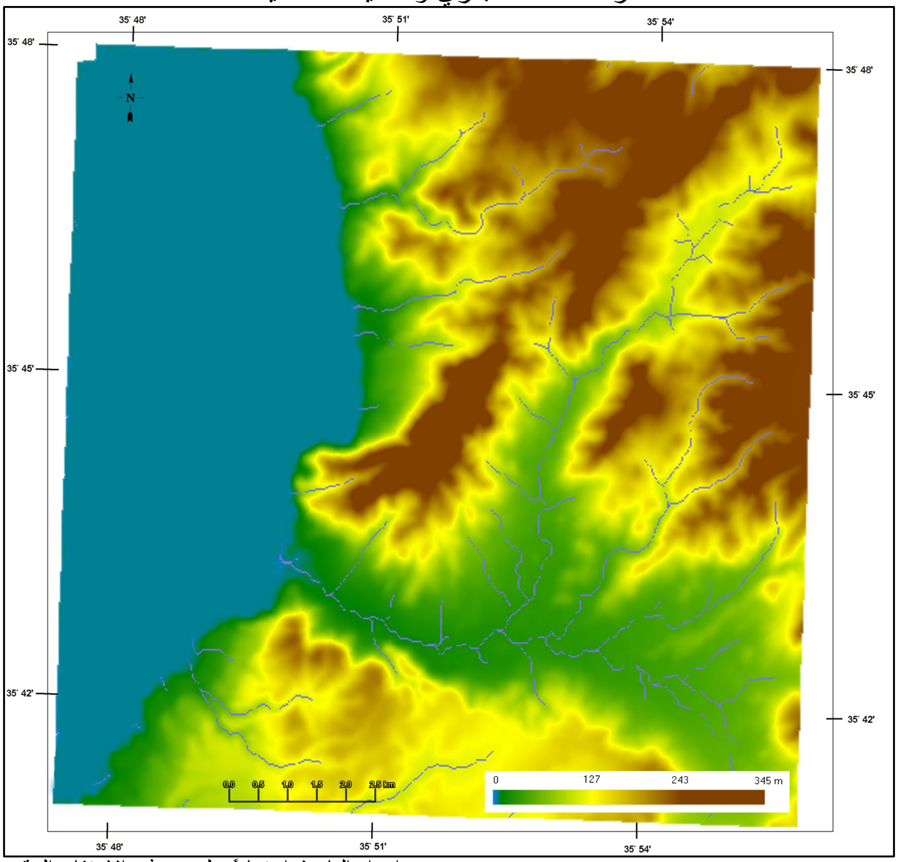
٤-١-١- خارطة المجاري والمسيلات المائية لمنطقة الدراسة:

يُعد هذا المُخرج من أهم المخرجات في الدراسة لما له من أهمية في عمل النمذجة المائية لحالة انهيار السد لاحقاً فمن خلاله سنحدد المجرى المائي الرئيسي الخاص بمنطقة الدراسة وهو مجرى وادي نهر قنديل .

بالطبع نستطيع التحكم بهذا المُخرج من حيث تحديد المجاري المائية الرئيسية أو كل المسيلات الأخرى من خلال متغيرات يقوم المستخدم بإدخالها وذلك تبعاً للدراسة التي يقوم بها.

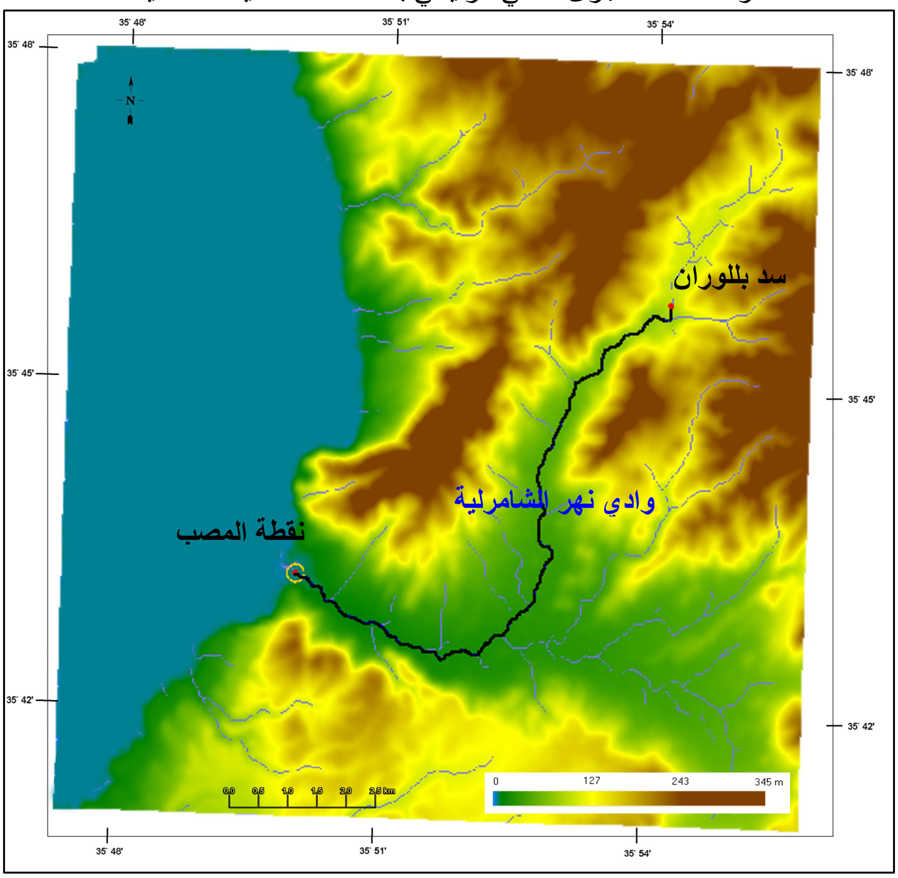
فبعد استنتاج جميع المجاري والمسيلات المائية عن طريق برنامج WMS، يتم تحديد نقطة المصب لمجرى النهر الرئيسي وموقع السد ومن خلال استثناء جميع المسيلات الأخرى التي تقع تحت السد والتي تلتقي بالمجرى الرئيسي يتم الحصول على المجرى المائي الرئيسي الخاص بالدراسة كما هو موضح في الخرائط التالية:

الخارطة-٢٠- المجاري والمسيلات المائية



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

الخارطة-٢١- المجرى المائي الرئيسي بعد استثناء المسيلات المائية

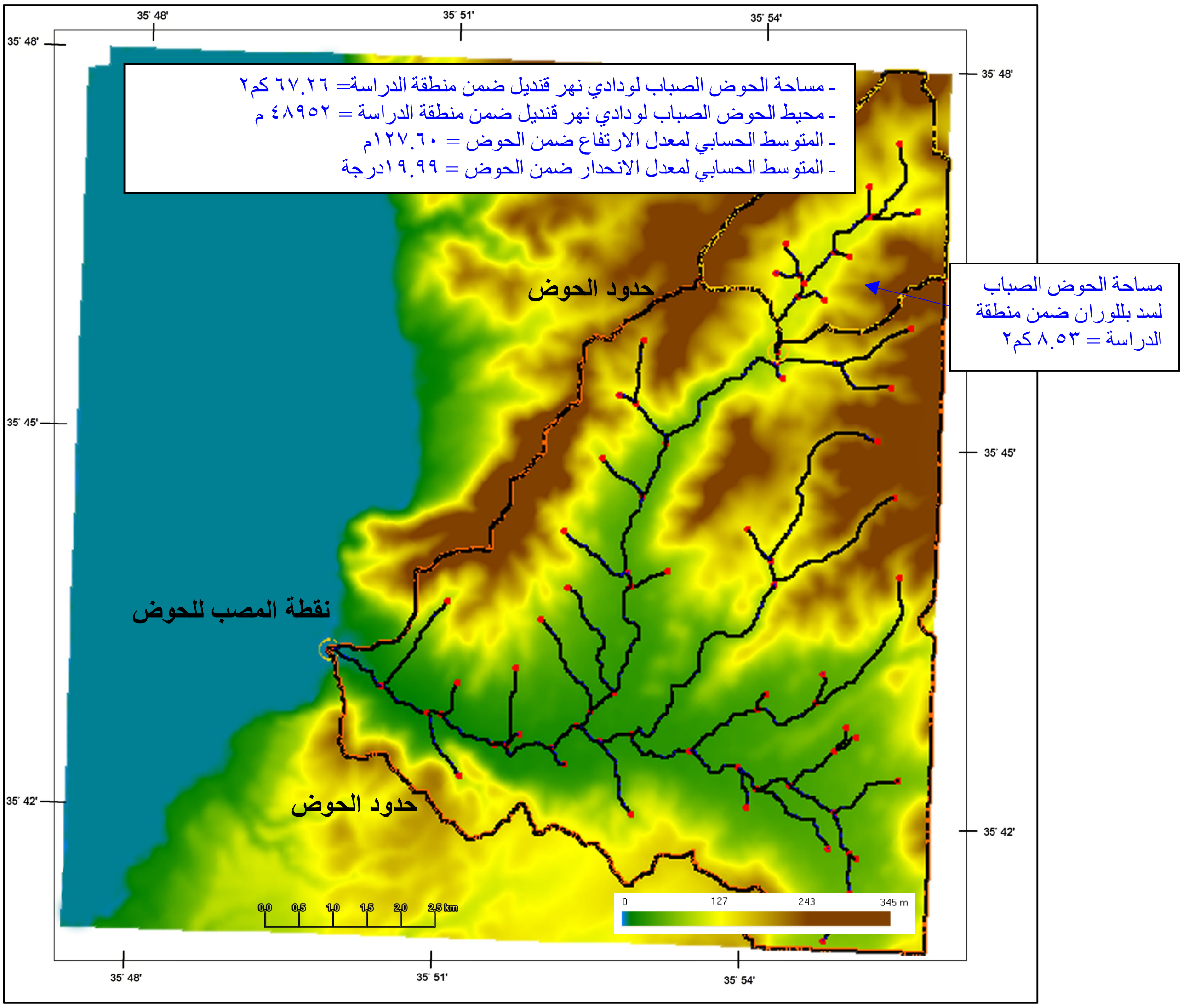


من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

٤-١-٢- خارطة الحوض الصباب لمنطقة الدراسة:

تُعدّ هذه الخارطة من المخرجات الرئيسية التي تقدمها البرامج المتخصصة بالهيدرولوجيا حيث أن هذا المخرج يعتمد بشكل كبير على المخرج السابق أي خارطة المجاري المائية وتحديد موقع المصب وتتيح لنا هذا الخارطة معرفة حدود الحوض ومعلومات عن مساحة الحوض والمتوسط الحسابي لمعدل الارتفاع ومقدار الانحدار بالإضافة لعدد كبير من المعلومات الأخرى ،وبالتالي إعطاء صورة أوضح لمنطقة الدراسة.

الخارطة -٢٢- خارطة الحوض الصباب لوادي نهر قنديل وسد بللوران ضمن منطقة الدراسة *



إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

* إن حدود الحوض الصباب لوادي نهر قنديل وسد بللوران تتجاوز هذه الحدود الموضحة في الخارطة (لاحظ الخارطة رقم ١٣ ص٧٠) فقيم المساحة والمحيط ومتوسط الارتفاع والانحدار للحوض الصباب لوادي نهر الشامرلية تعبر عن القيم ضمن حدود منطقة الدراسة أي حدود نموذج الارتفاع الرقمي.

٤-٢- الخطوات العملية لإجراء عملية النمذجة المائية لحالة انهيار السد

تم إجراء باقي الخطوات العملية لإنشاء عملية النمذجة عبر الملاحق البرمجية Geo-RAS (Geographic-River Analysis System) وHEC-RAS (Hydrologic Engineering Center- River Analysis System) ويعتبر برنامج Geo-RAS أحد ملاحق برنامج ArcGIS والمختص ببناء المنظومة الأساسية من المظاهر المكانية الهيدرولوجية والضرورية لعملية النمذجة المائية لحالة انهيار السد وذلك ليتيح للمستخدم العمل ضمن بيئة GIS أما البرنامج HEC-RAS فهو متمم للبرنامج السابق ولا يمكن الفصل بينهما لأنه يعتمد بشكل رئيسي على مُخرجات البرنامج الأول لكنه ليس من نفس بيئة عمل برنامج ArcGIS ولا يعتبر من أحد ملاحقه فهو برنامج منفصل لكنه داعم لمُخرجات بيئة العمل في نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

إن كلا البرنامجين الهندسيين قد تم تطويرهما من قبل المركز الهندسي الهيدرولوجي لصالح هيئة المحاصيل الأمريكية.

يُشكل المُخرج النهائي والأهم عبر برنامج WMS والمتمثل بالمجرى المائي الرئيسي لوادي نهر قنديل أحد الأركان الرئيسة في عملية النمذجة المائية، فالمجرى المائي الرئيسي هو الذي سيتعرض للفيضان في حال انهيار السد، ولكن المجاري الفرعية ستعود المياه فيها لمسافات مختلفة حسب امتداد المنطقة السهلية في نقطة التلاقي مع المجرى الرئيسي.

يتم تصدير هذا المُخرج بصيغة SHP-File وهي صيغة مدعومة من قبل برنامج ArcGIS ليتم استخدامها فيما بعد عبر برنامجي ArcGIS Geo-RAS وHEC-RAC.

٤-٢-١- إنشاء الشرائح الهيدرولوجية:

يتم عبر برنامج ArcGIS Geo-RAS إنشاء الشرائح الهيدرولوجية الضرورية واللازمة لعملية النمذجة المائية و المتمثلة بالبحيرة التخزينية للسد و المقاطع العرضية لمجرى الوادي النهري.

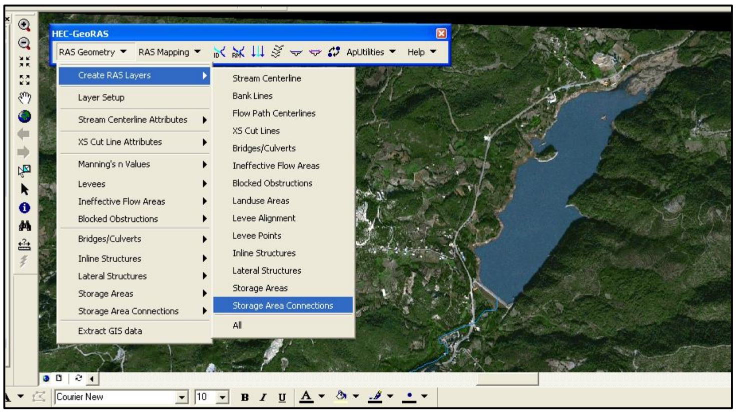
وأيضاً يحتاج البرنامج هنا لعناصر متممة مساعدة أنشئت سابقاً تتمثل بخارطة استعمالات الأراضي ونموذج الارتفاع الرقمي بالصيغة TIN والمجرى المائي الرئيسي أو النهر.

١- تحديد موقع وحجم البحيرة التخزينية للسد والمجرى المائي الرئيسي:

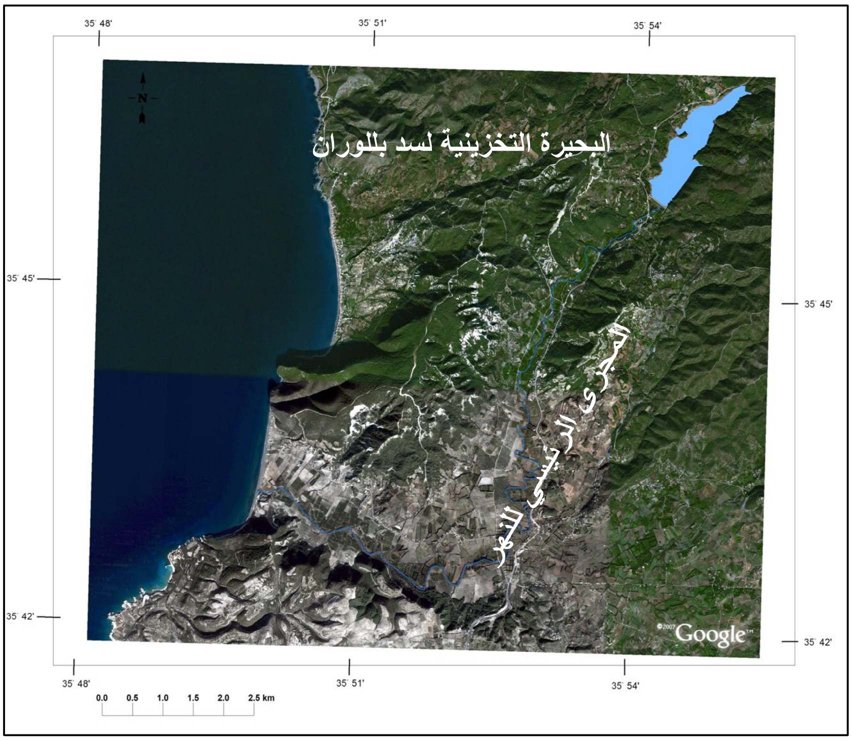
يتم أولاً إنشاء الشريحة الخاصة ببحيرة التخزين والمتمثلة بشريحة من نوع مضلع Polygon باسم Storage Area عبر Geo-RAS ومن ثم يتم تحديد موقع البحيرة التخزينية للسد عن طريق عملية

الرقمنة بالاستعانة بالصورة الفضائية وبعد الانتهاء من رسم حدود البحيرة وبالاستعانة بنموذج الارتفاع الرقمي فإن البرنامج يقوم بحساب حجم البحيرة والتي تشكل أيضاً السعة التخزينية للسد وقد كانت النتيجة بحوالي ١٥ مليون م٣ مقاربة وبشكل كبير للسعة التخزينية النظرية لسد بللوران وهي ١٥.٥ مليون م٣ وهنا تلعب دقة عملية الرقمنة والإرجاع الجغرافي للصورة الفضائية ومدى دقة نموذج الارتفاع الرقمي دوراً في تحديد السعة التخزينية ، أما بالنسبة للمجرى المائي فقد تم تحديده سابقاً عبر برنامج WMS(الخارطة رقم ٢٠) .

الشكل -٢٢- واجهة عمل برنامج ArcGIS Geo-RAS



الخارطة -٢٣- البحيرة التخزينية للسد والمجرى الرئيسي للنهر



من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي والصورة الفضائية

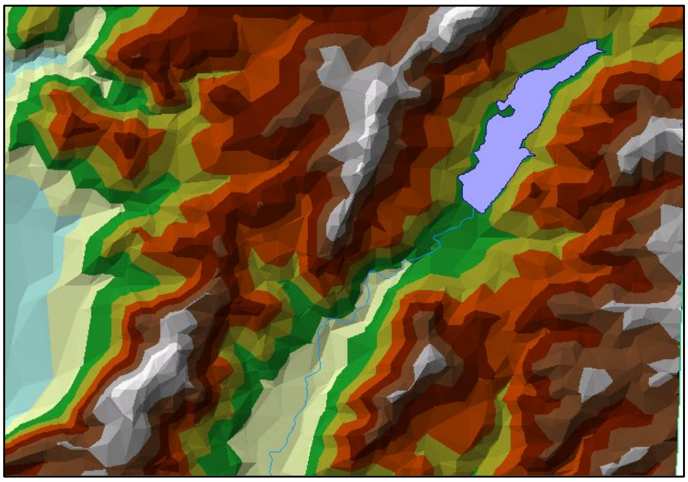
٢- *المقاطع العرضية Cross Sections:*

تعد المقاطع العرضية أحد أهم العوامل في عملية النمذجة المائية وهي عبارة عن مقاطع عرضية لمجرى الوادي النهري ، حيث تتقاطع هذه المقاطع مع مجرى النهر وبالاستعانة بنموذج الارتفاع الرقمي تتشكل لدينا مقاطع عرضية لمجرى الوادي وتعتمد دقة النمذجة المائية على مقدار أو عدد هذه المقاطع العرضية فكلما زاد عدد المقاطع العرضية زادت الدقة ، وتعد خارطة استعمالات الأراضي ضرورية في تحديد هوية كل مقطع حيث أن كل مقطع يقسم إلى مجموعة أقسام تبعاً لاستعمالات الأراضي المتقاطعة معه ،حيث أن تحديد هوية استعمالات الأراضي في كل مقطع ستؤثر في عملية جريان المياه في إجراء عملية النمذجة المائية.

يتم إنشاء الطبقة الخاصة بالمقاطع العرضية والمتمثلة بطبقة تسمى بـ Cross Section في برنامج Geo-RAS فعند البدء بعملية رسم هذه المقاطع يجب أن تتم عملية الرسم من الضفة التي تقع على يسار مجرى النهر باتجاه الضفة التي تقع على يمين النهر بحيث يتقاطع كل مقطع مع مجرى النهر بنقطة وحيدة وبعد أن يتم رسم هذه المقاطع نقوم بتحميل نموذج الارتفاع الرقمي لكل مقطع ليتشكل لدينا مقاطع عرضية لمجرى الوادي النهري ومن ثم يتم تحميل تقسيمات الأراضي في كل مقطع عرضي ليتشكل لدينا في النهاية مقاطع عرضية لمجرى الوادي محمل عليها تقسيمات الأراضي(الخارطة رقم ٢١).

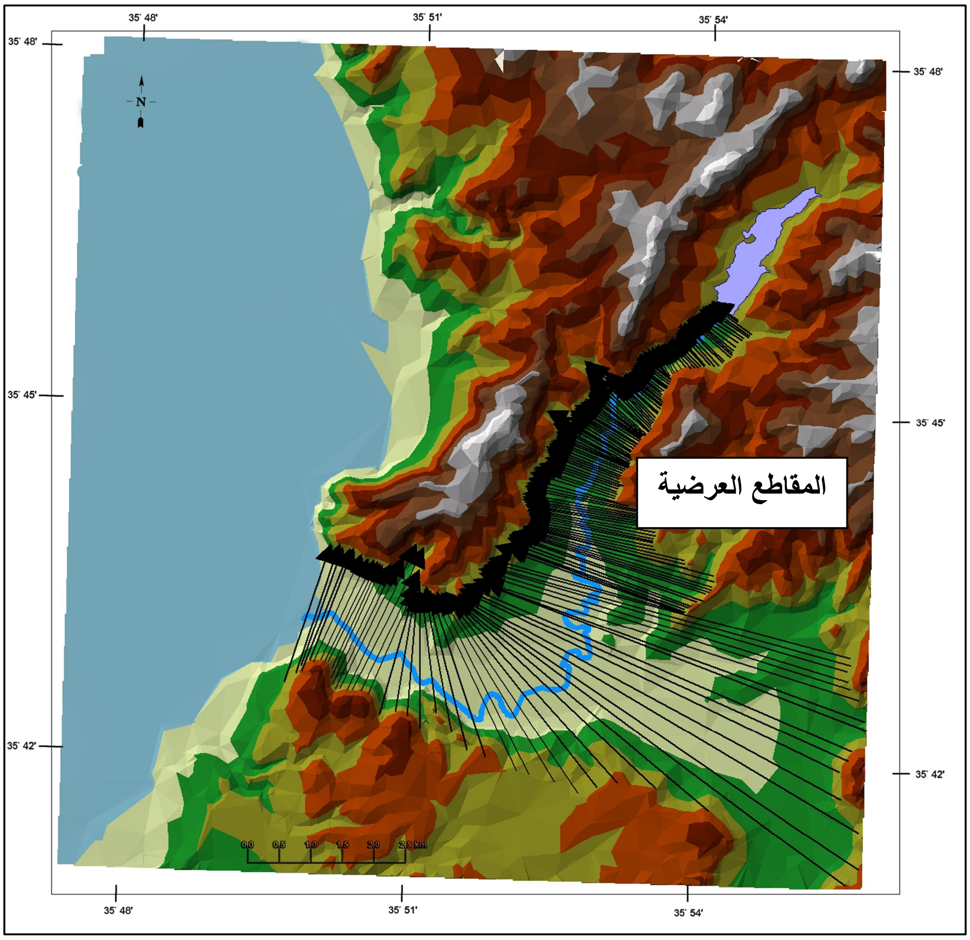
بعد أن يتم رسم هذه المقاطع العرضية فإن البرنامج يقوم بحساب بعد نقطة تقاطع كل مقطع مع المجرى المائي عن نقطة المصب لهذا المجرى ومن ثم يتم إدخال هذه القيمة في كل مقطع لتكون بمثابة اسم لكل مقطع ،وقد بلغ عدد المقاطع العرضية في هذه الدراسة بـ ١٧٩ مقطعاً (الشكل رقم ٢٤).

الشكل -٢٣- نموذج الارتفاع الرقمي بصيغة TIN وبحيرة السد والمجرى المائي



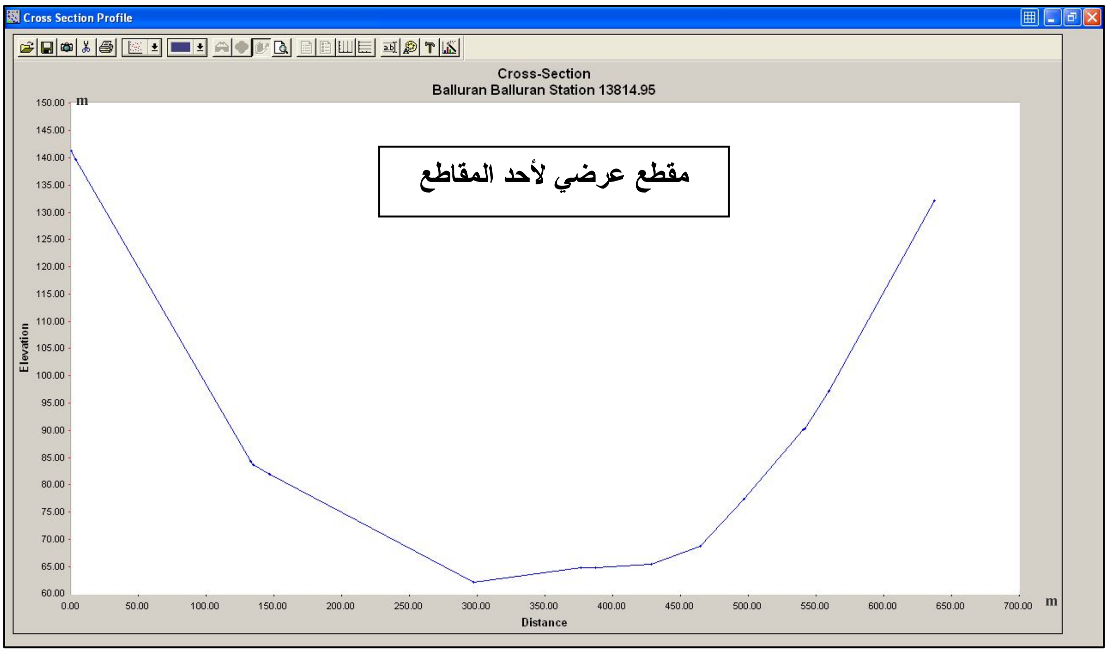
إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي والصورة الفضائية

الخارطة-٢٤- المقاطع العرضية



من إعداد الباحث

الشكل-٢٤- مقطع عرضي لأحد المقاطع (مع التنويه لوجود مبالغة رأسية وذلك لإظهار فروق الارتفاع بشكل واضح)



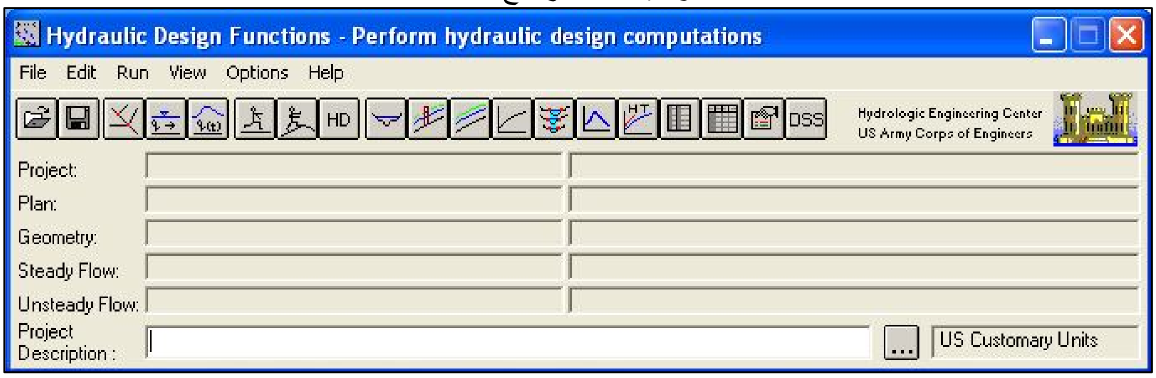
من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج Geo-RAS

٤-٢-٢- النمذجة المائية:

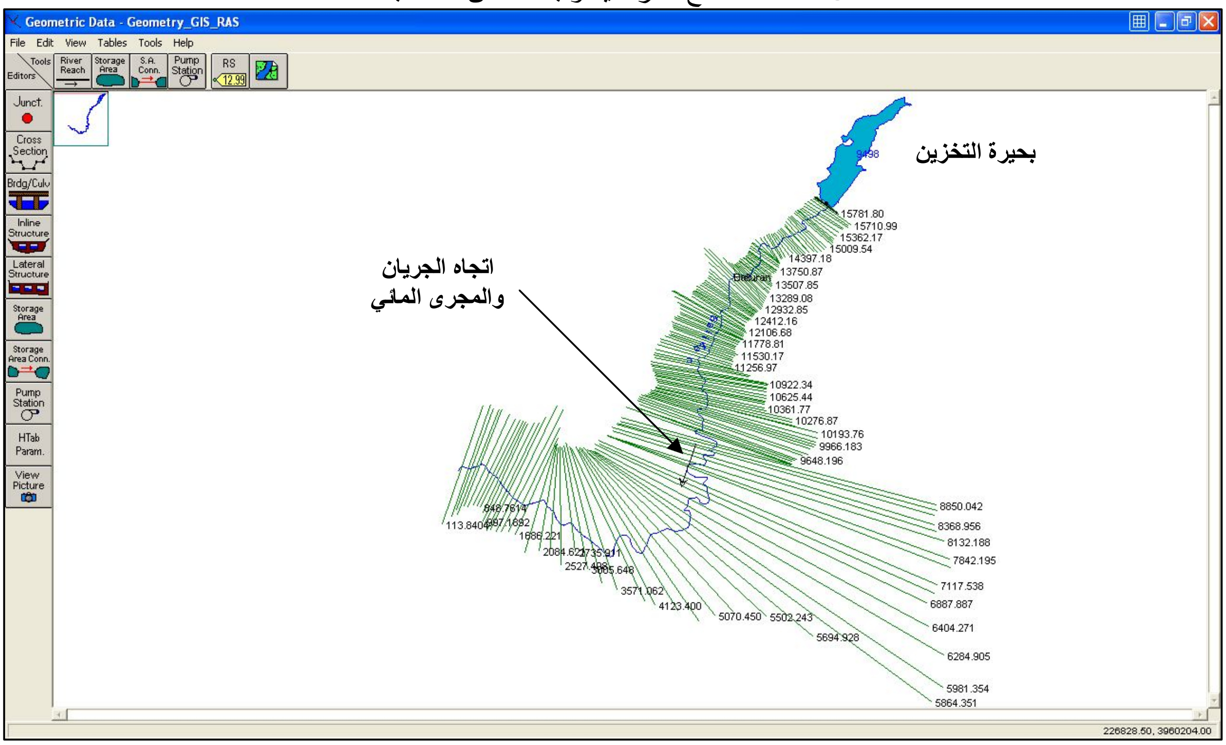
بعد الانتهاء من العمل في برنامج ArcGIS Geo-RAS يتم تصدير هذه البيانات إلى برنامج HEC-RAS والذي من خلاله يتم إجراء باقي خطوات العمل للحصول على عملية النمذجة المائية لحالة انهيار السد.

تتمثل البيانات التي تم تصديرها من ArcGIS Geo-RAS إلى برنامج HEC-RAS بـ بحيرة التخزين والمجرى المائي النهري والمقاطع العرضية Cross-Sections كما هو موضح في الأشكال التالية:

الشكل -٢٥- واجهة عمل برنامج HEC-RAS

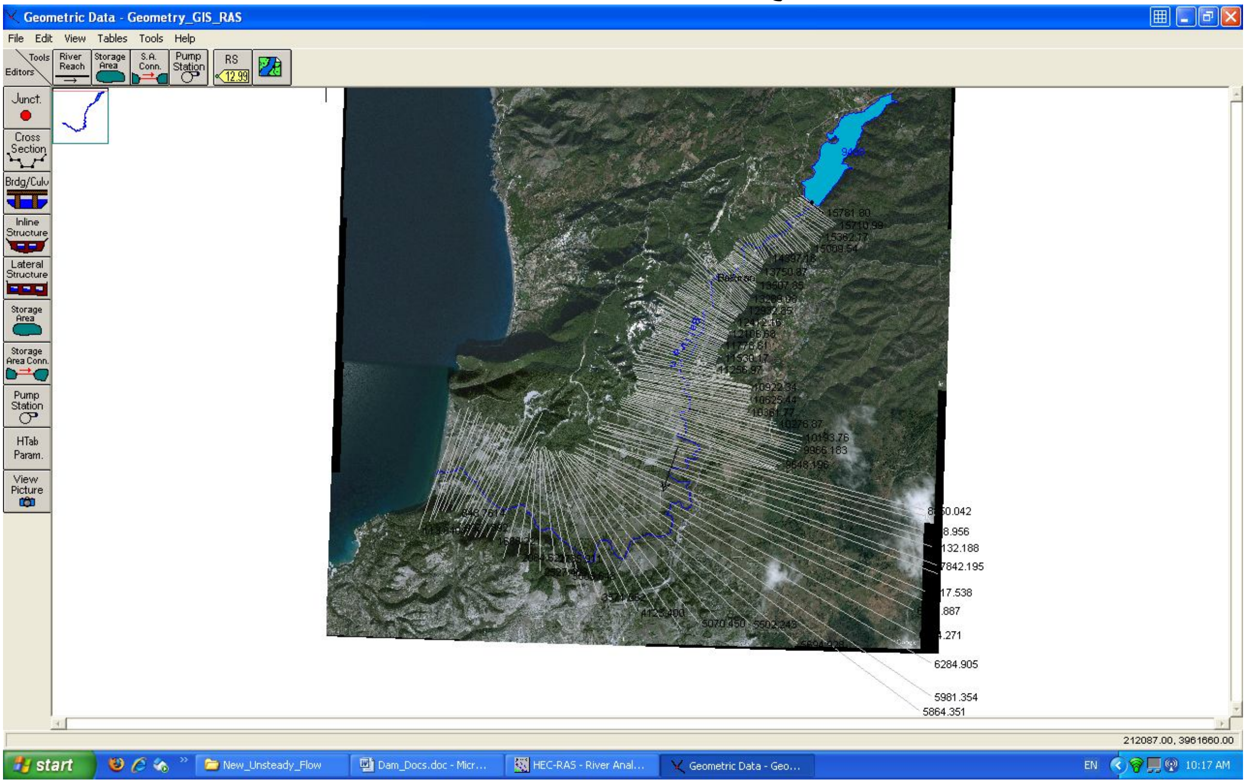


الشكل -٢٦- المقاطع العرضية و بعدها عن المصب

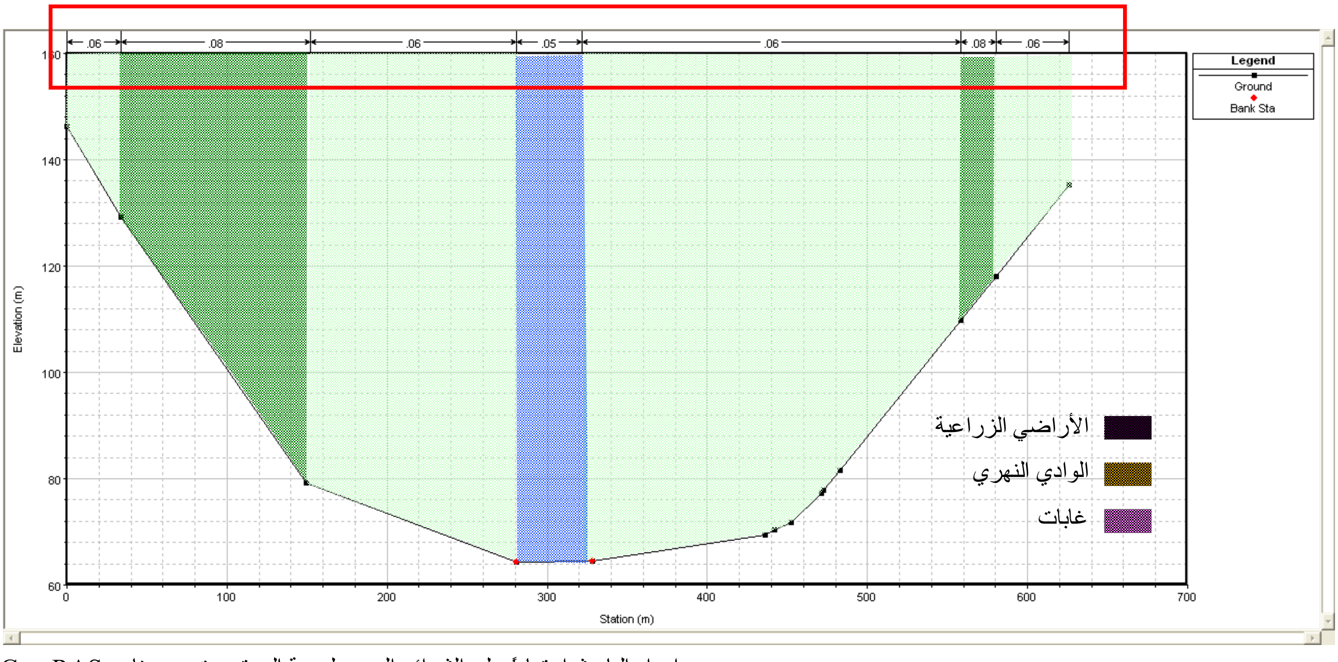


من إعداد الباحث اعتماداً على الشرائح الهيدرولوجية المستوردة من برنامج Geo-RAS

الشكل -٢٧- المقاطع العرضية ضمن واجهة عمل HEC-RAS



الشكل -٢٨- مقطع عرضي يظهر نقاط تقاطع المقطع العرضي مع استعمالات الأراضي(مع التنويه لوجود مبالغة رأسية وذلك لإظهار فروق ارتفاع بشكل واضح)



من إعداد الباحث اعتماداً على الشرائح الهيدرولوجية المستوردة من برنامج Geo-RAS

هناك نوعين من الحالات يوفرها البرنامج للنمذجة المائية تتمثل بحالة الجريان الطبيعي (Steady Flow) وحالة الجريان الاصطناعي أو المتقطع (Unsteady Flow).

إن حالة الجريان الطبيعي (Steady Flow) تستخدم عادة في تمثيل حالة الفيضان للمجرى المائي الناتج عن الأمطار الغزيرة فعلى سبيل المثال يمكن تمثيل فيضان مجرى نهر ما كالفرات مثلاً أو أي نهر آخر نتيجة للهطول المطري الغزير ومعرفة أماكن الغمر وهنا تعتمد عملية النمذجة على كمية جريان ثابتة ولا تأخذ عامل الوقت في عين الاعتبار.

أما حالة الجريان الاصطناعي (Unsteady Flow) تستخدم عادة في تمثيل حالة الفيضان الناجمة عن انهيار سد لأن تدفق الجريان يكون هنا بشكل متغير وهذه الدراسة تأخذ عامل الوقت بعين الاعتبار.

ونظراً لأن موضوع الدراسة هنا هو عملية النمذجة المائية لحالة انهيار سد والتي تعتمد هنا على حالة الجريان الاصطناعي فإنه سيتم البدء بها ومن ثم لاحقاً سيقدم شرح عن حالة الجريان الطبيعي لمنطقة الدراسة.

١- حالة الجريان الاصطناعي (Unsteady Flow):

تعتمد على تحديد المجرى المائي الرئيسي (بطول ١٥٧٩٥ م) والمقاطع العرضية (التي بلغ عددها ١٧٩) وبحيرة التخزين (بحجم ١٥ مليون م٣) والتي تم استيرادها سابقاً من برنامج ArcGIS Geo-RAS وأيضاً تعتمد على تحديد موقع السد ويتم ذلك عبر البرنامج وذلك من خلال رسم موقع السد فيقوم البرنامج بتشكيل مقطع عرضي للسد تبعا لنموذج الارتفاع الرقمي ومن ثم يتم إدخال معطيات السد من حيث ارتفاعه (الذي يبلغ عن سطح البحر ١٢٥ م تقريباً) وعرض قمة السد والتي تبلغ (٦ م) ومن ثم تأتي المرحلة الأهم وهي تحديد الضرر الذي يتعرض له السد سواءً كان ضرراً كلياً أي انهيار كامل للسد أو ضرر جزئي كحدوث تصدع في السد بحيث يحدد المستخدم طول هذا التصدع وعرضه وتاريخ ووقت بدء التصدع والوقت الذي يحتاجه التصدع ليأخذ شكله الكامل...

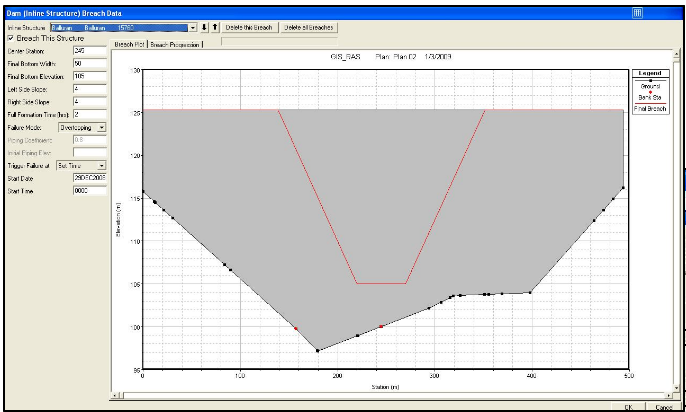
وفي هذه الدراسة تم اختيار حالة انهيار جزئي لجسم السد نتيجة لحدوث تصدع يبدأ بشق لينتهي بتصدع تكون أبعاده الأعظمية بارتفاع ٣٠ م طول ٥٠ م ، ومن ثم يتم إدخال تاريخ ووقت البدء بعملية التصدع وهي اختيارية من قبل المستخدم فعلى سبيل المثال تم اختيار تاريخ 29 Dec 2008

والساعة الثانية عشرة صباحاً ٠٠:٠٠ وتم تحديد الوقت الكلي ليأخذ التصدع شكله النهائي وأبعاده الأعظمية بـ ٢ ساعة(الشكل رقم ٢٩).

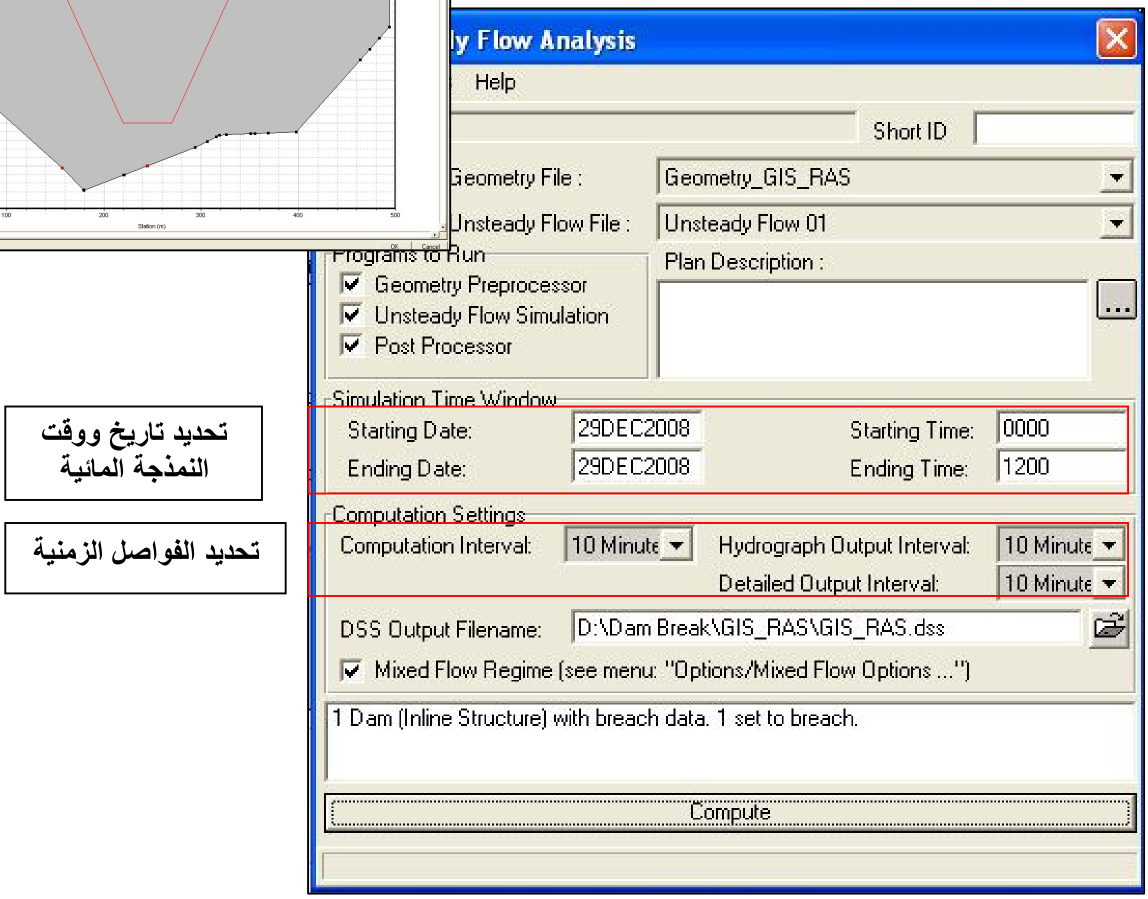
بعد أن يتم إدخال هذه المعطيات تأتي المرحلة الأخيرة وهي عملية حساب خصائص الجريان المائي نتيجة للفيضان الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد وهنا يجب تحديد وقت النمذجة المائية أي وقت بدء النمذجة المائية ووقت انتهائها وتاريخ بداية النمذجة والفواصل الزمنية للنمذجة.

وفي هذه الدراسة تم تحديد الوقت الكلي لعملية النمذجة بـ ١٢ ساعة تبدأ من الساعة ٠٠:٠٠ صباحاً وتنتهي في الساعة ١٢:٠٠ ظهراً وبفواصل زمنية ممثلة بـ ١٠ دقائق(الشكل رقم ٣٠).

الشكل -٢٩- مقطع عرضي للسد وشكل التصدع



الشكل -٣٠- إحدى واجهات برنامج HEC-RAS من أجل تحديد تاريخ ووقت النمذجة المائية بالإضافة لتحديد الفواصل الزمنية



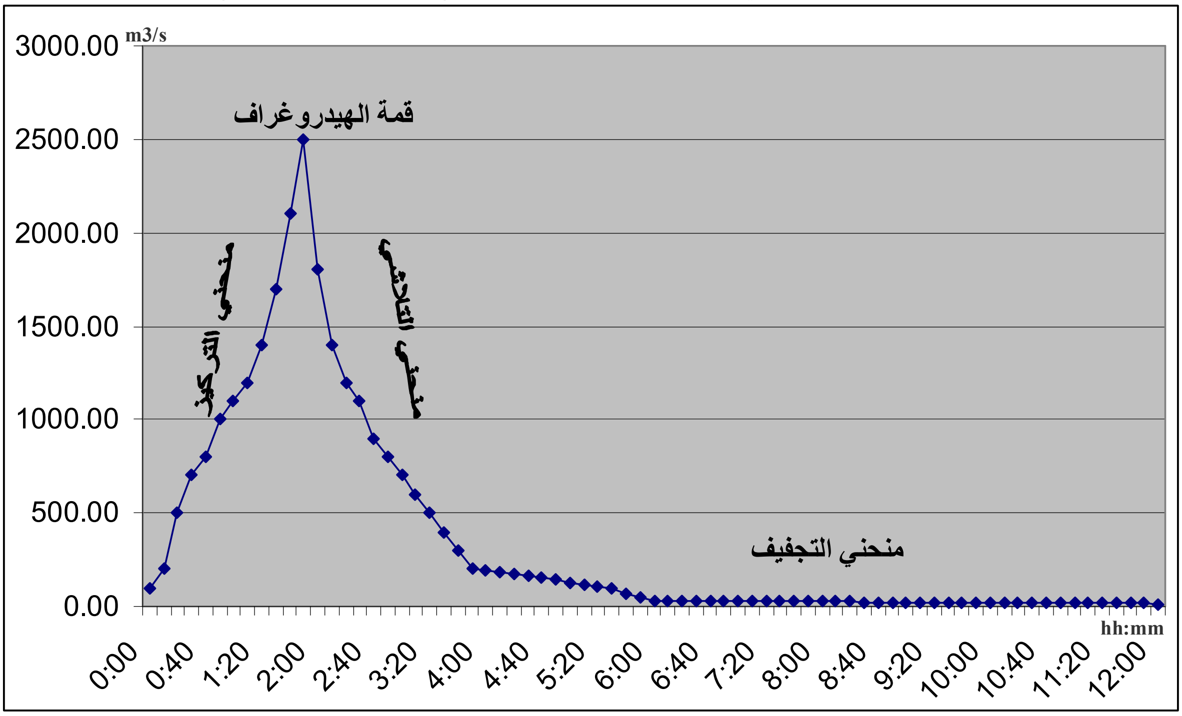
يقوم البرنامج بحساب خصائص الجريان المائي للموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار الافتراضي للسد من حيث أعماق المياه سرعة جريان المياه وحجم المياه وغزارة التدفق في كل مقطع عرضي وضمن كل فاصل زمني.*

فعند بداية النمذجة المائية بلغت غزارة التدفق المائي من السد في أول ١٠ دقائق ١٠٠م٣/ثا أي أن حجم المياه المتدفقة كانت عبارة عن ٦٠٠٠٠ م٣ وبلغت في الفاصل الزمني بين ٠٠:٥٠ و ٠١:٠٠ ١١٠٠ م٣/ثا وحجم المياه المتدفقة في هذا الفاصل كانت ٦٦٠٠٠٠ م٣.

وبلغت الذروة في الفاصل الزمني ٠١:٤٠ و٠١:٥٠ بغزارة ٢٥٠٠ م٣ /ثا بحجم مياه متدفقة بحوالي ١٥٠٠٠٠٠ م٣ وبعد هذا الفاصل أخذت غزارة التدفق تتراجع تدريجياً تبعاً للفواصل الزمنية لتبلغ ١٠م٣/ثا عند نهاية عملية النمذجة المائي (الشكل ٣١).

(الشكل٣٢ يبين هيدروغراف الجريان أي غزارة التدفق حسب الزمن في عدد من المقاطع العرضية) يقوم البرنامج أيضاً بحساب أقصى ارتفاع وصلت إليه المياه في الموجة الفيضانية وفق المقاطع العرضية على طول المجرى المائي الأمر الذي يُمكننا من تحديد الارتفاعات الآمنة أثناء الفيضان لتكون بمثابة أماكن يمكن اتخاذها كمراكز إيواء وإخلاء للسكان(الشكل رقم ٣٤ والخارطة رقم ٢٢).

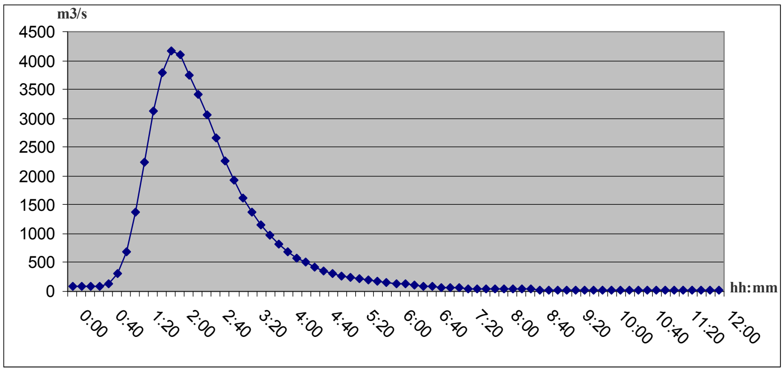
الشكل -٣١- غزارة التدفق المائي م٣/ثا حسب الزمن عند السد (هيدروغراف الجريان)



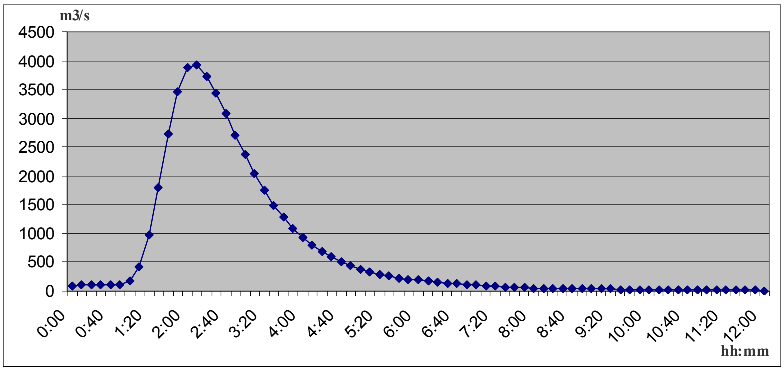
من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الغزارة المائية الناجمة عن انهيار السد

* راجع الملحق رقم-٢- في نهاية البحث والذي يوضح شكل الجريان المائي من حيث ارتفاع المياه وسرعة جريان المياه وحجم المياه لعدد من المقاطع العرضية.

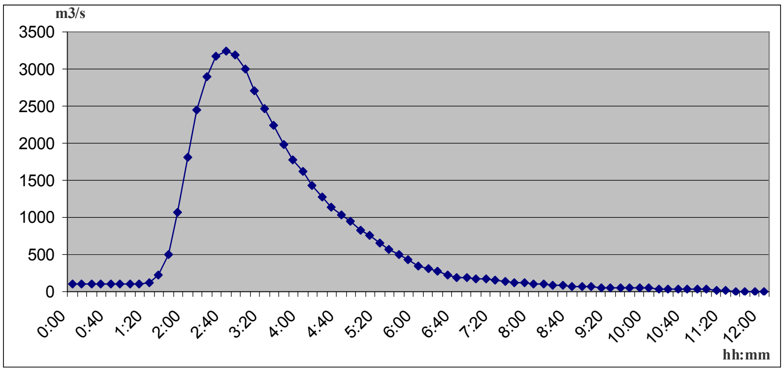
الشكل-٣٢- أ- غزارة التدفق المائي م٣/ثا حسب الزمن في المقطع العرضي الذي يبعد ٣ كم عن السد



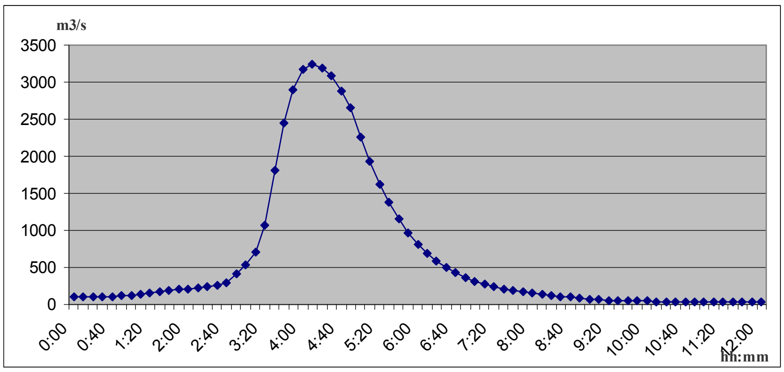
الشكل-٣٢- ب- غزارة التدفق المائي م٣/ثا حسب الزمن في المقطع العرضي الذي يبعد ٦ كم عن السد



الشكل-٣٢- ج- غزارة التدفق المائي م٣/ثا حسب الزمن في المقطع العرضي الذي يبعد ٩ كم عن السد



الشكل-٣٢- د- غزارة التدفق المائي م٣/ثا حسب الزمن في المقطع العرضي الذي يبعد ١٢ كم عن السد



من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الغزارة المائية في المقاطع العرضية

الشكل -٣٣- المقاطع العرضية وإمكانية معرفة ارتفاع المياه وسرعتها وحجمها في أي مقطع عرضي وفي أي فاصل زمني

Profile Output Table - Balluan

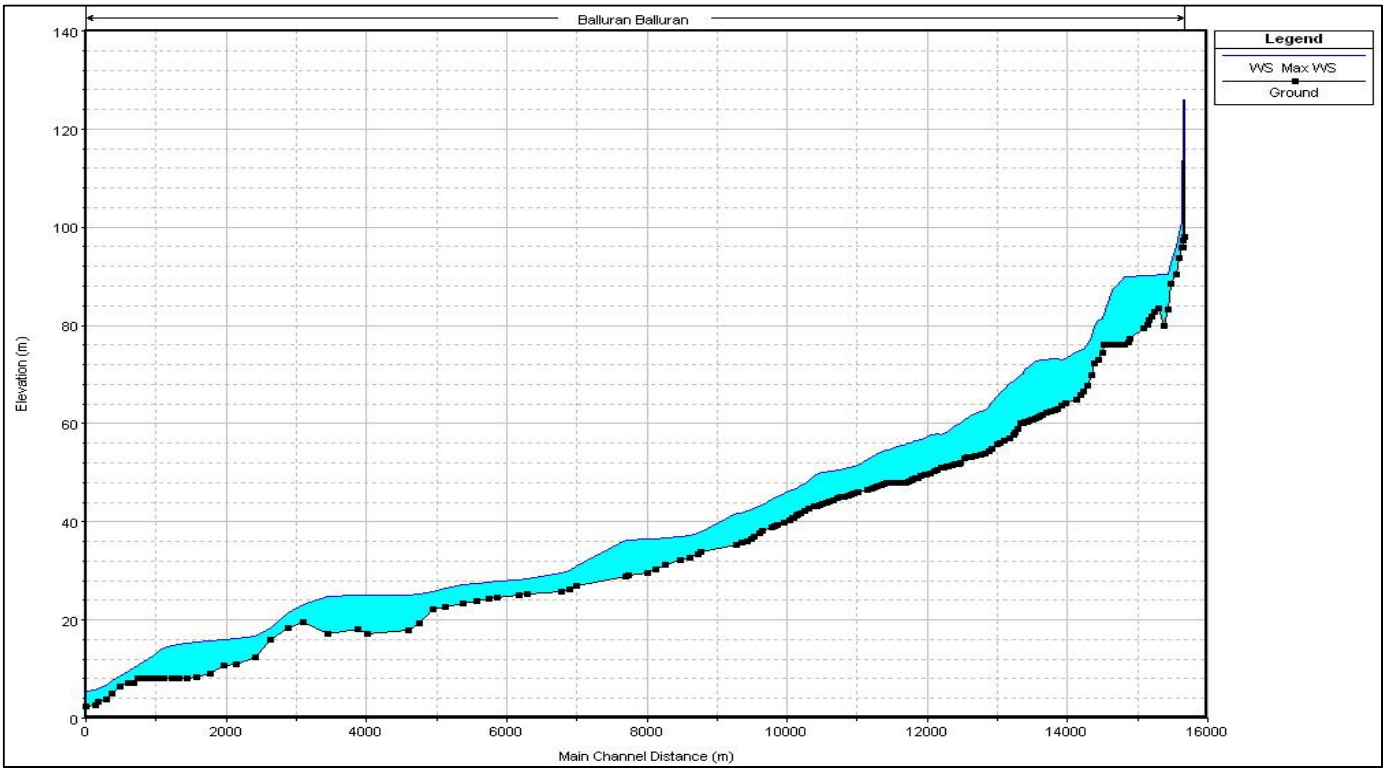
File Options Std. Tables User Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Balluran Reach: Balluran

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Hydr Depth C (m)
Balluran	15742.03	Max WS	4475.67	101.13	29914.29	10.12	490.09	3.78
Balluran	15742.03	29DEC2008 0010	16.35	97.88	4215.17	0.19	84.59	1.14
Balluran	15742.03	29DEC2008 0020	133.57	97.13	4220.03	3.57	37.43	0.73
Balluran	15742.03	29DEC2008 0030	342.73	97.75	4348.51	4.56	75.18	1.07
Balluran	15742.03	29DEC2008 0040	660.25	98.34	4655.51	5.41	122.11	1.38
Balluran	15742.03	29DEC2008 0050	1145.84	98.95	5233.65	6.38	181.60	1.84
Balluran	15742.03	29DEC2008 0100	1820.54	99.58	6189.21	7.40	255.12	2.35
Balluran	15742.03	29DEC2008 0110	2818.97	100.28	7702.45	8.54	352.29	2.93
Balluran	15742.03	29DEC2008 0120	3665.09	100.74	9698.78	9.40	424.83	3.39
Balluran	15742.03	29DEC2008 0130	4253.32	101.03	12031.73	9.92	472.93	3.68
Balluran	15742.03	29DEC2008 0140	4475.67	101.13	14506.63	10.12	490.09	3.78
Balluran	15742.03	29DEC2008 0150	4393.78	101.09	16907.82	10.05	483.70	3.74
Balluran	15742.03	29DEC2008 0200	3752.36	100.79	18944.72	9.48	432.02	3.44
Balluran	15742.03	29DEC2008 0210	3103.06	100.45	20630.30	8.83	377.58	3.09
Balluran	15742.03	29DEC2008 0220	3118.52	100.46	22305.79	8.85	378.90	3.10
Balluran	15742.03	29DEC2008 0230	2466.15	100.06	23479.74	8.15	319.94	2.72
Balluran	15742.03	29DEC2008 0240	2001.52	99.72	24205.63	7.63	273.62	2.46
Balluran	15742.03	29DEC2008 0250	1668.54	99.45	24478.67	7.20	239.01	2.24
Balluran	15742.03	29DEC2008 0300	1418.01	99.22	24316.94	6.83	212.07	2.06
Balluran	15742.03	29DEC2008 0310	1154.22	98.95	23749.47	6.40	182.32	1.85
Balluran	15742.03	29DEC2008 0320	956.63	98.73	22878.41	6.04	158.95	1.66
Balluran	15742.03	29DEC2008 0330	799.01	98.54	21805.32	5.71	139.90	1.50
Balluran	15742.03	29DEC2008 0340	664.81	98.34	20614.38	5.44	122.19	1.38
Balluran	15742.03	29DEC2008 0350	549.58	98.16	19362.73	5.17	106.22	1.28
Balluran	15742.03	29DEC2008 0400	464.36	98.00	18102.61	4.94	94.00	1.20

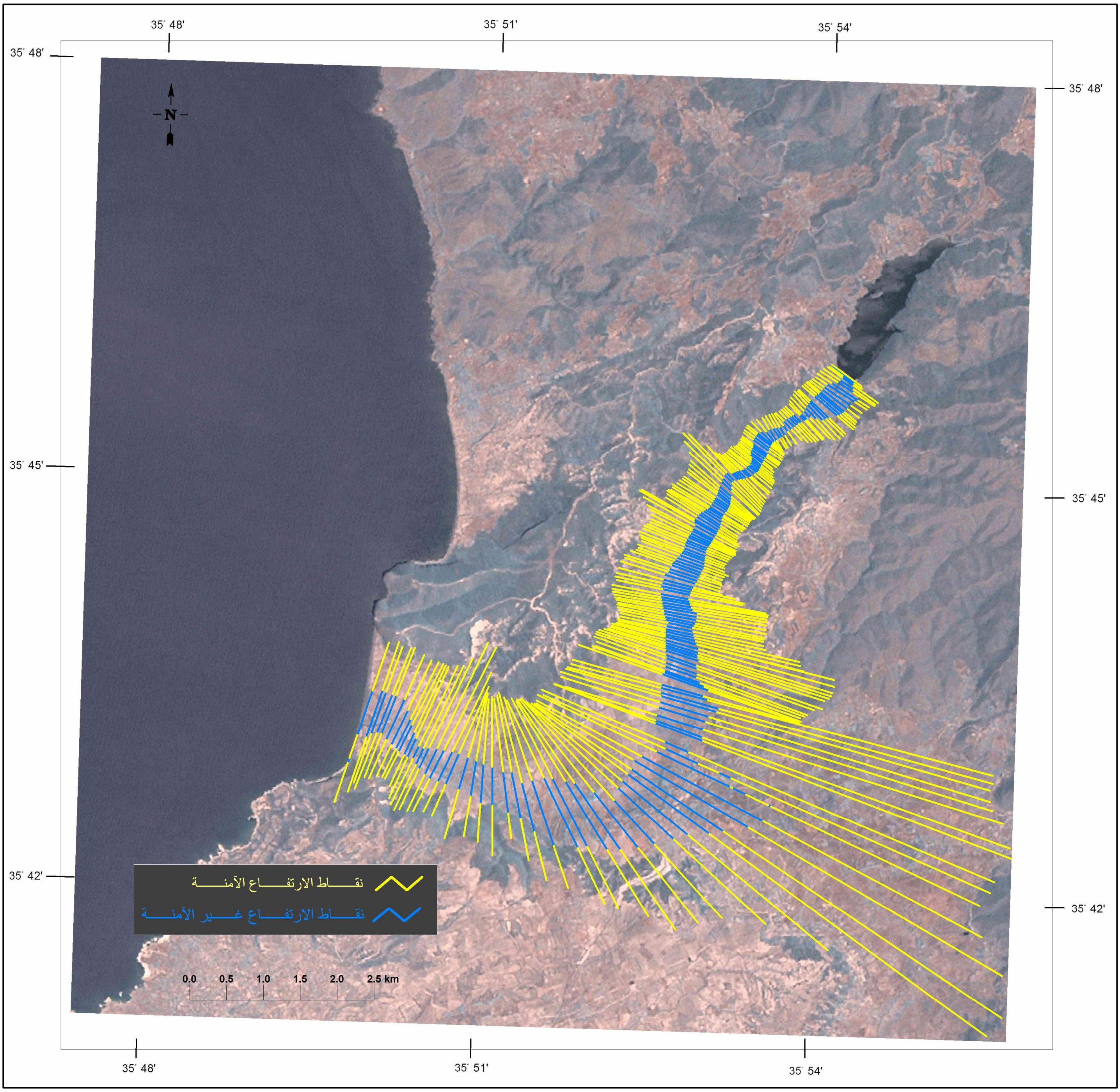
من إعداد الباحث

الشكل -٣٤- مقطع طولي للنهر يظهر أقصى ارتفاع وصلت إليه المياه في الموجة الفيضانية حسب نقاط المقاطع العرضية لتحديد الارتفاعات الآمنة



من إعداد الباحث

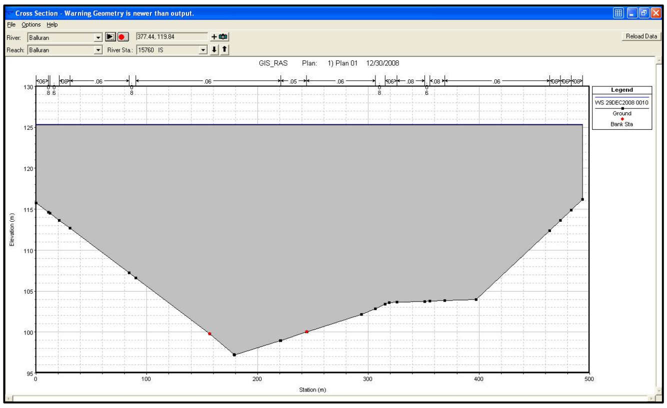
الخارطة -٢٥- نقاط الارتفاع الآمنة حسب المقاطع العرضية



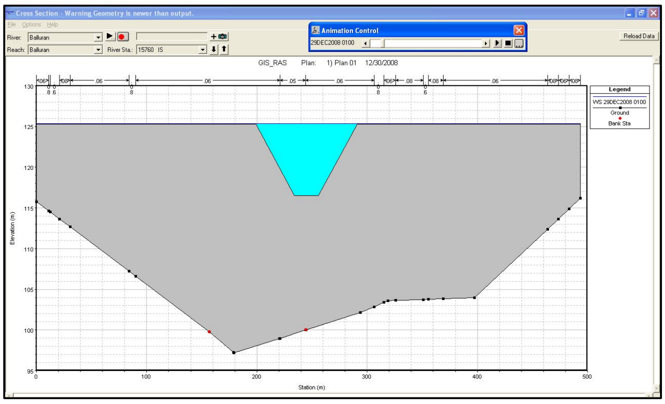
من إعداد الباحث

الشكل -٣٥- مقاطع عرضية للسد حسب الزمن

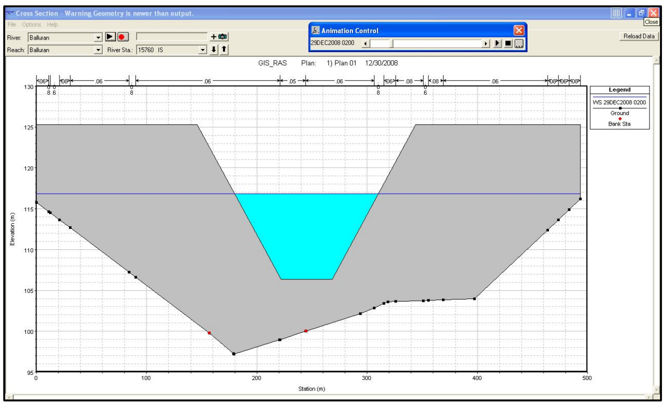
السد قبل عملية النمذجة المائية



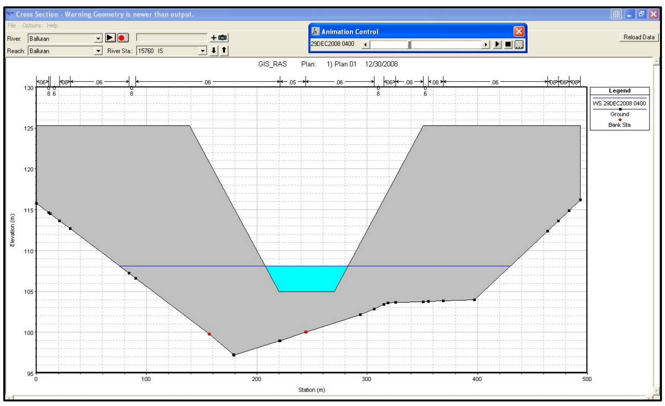
شكل السد بعد ١ ساعة من عملية النمذجة



شكل السد بعد٢ ساعة من عملية النمذجة



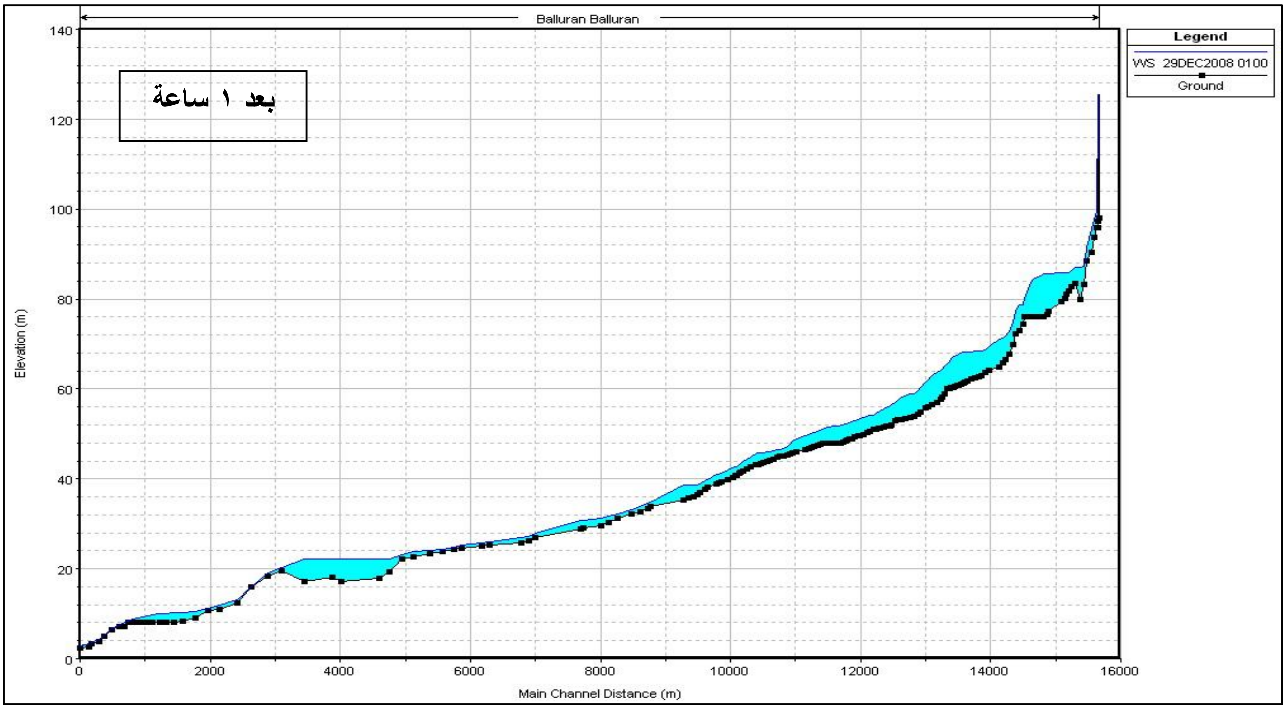
شكل السد بعد ٥ ساعات من عملية النمذجة



من إعداد الباحث

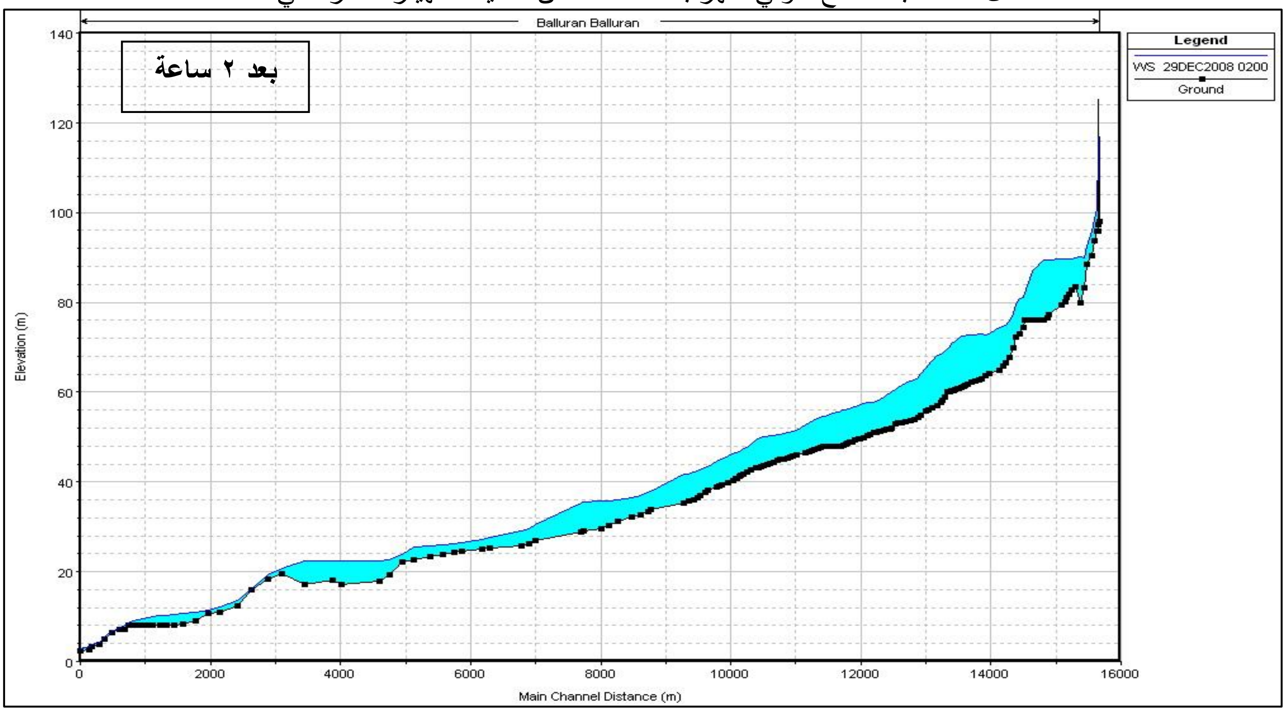
يتيح لنا البرنامج مشاهدة هذه النمذجة المائية على شكل مقطع طولي لمجرى النهر وبشكل ثلاثي الأبعاد حتى يعطينا صورة أوضح عن شكل الموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار الافتراضي للسد وأيضاً تبعاً للفواصل الزمنية كما هو موضح في الأشكال التالية:

الشكل -٣٦- أ- مقطع طولي للنهر بعد ا ساعة من عملية الانهيار الافتراضي للسد



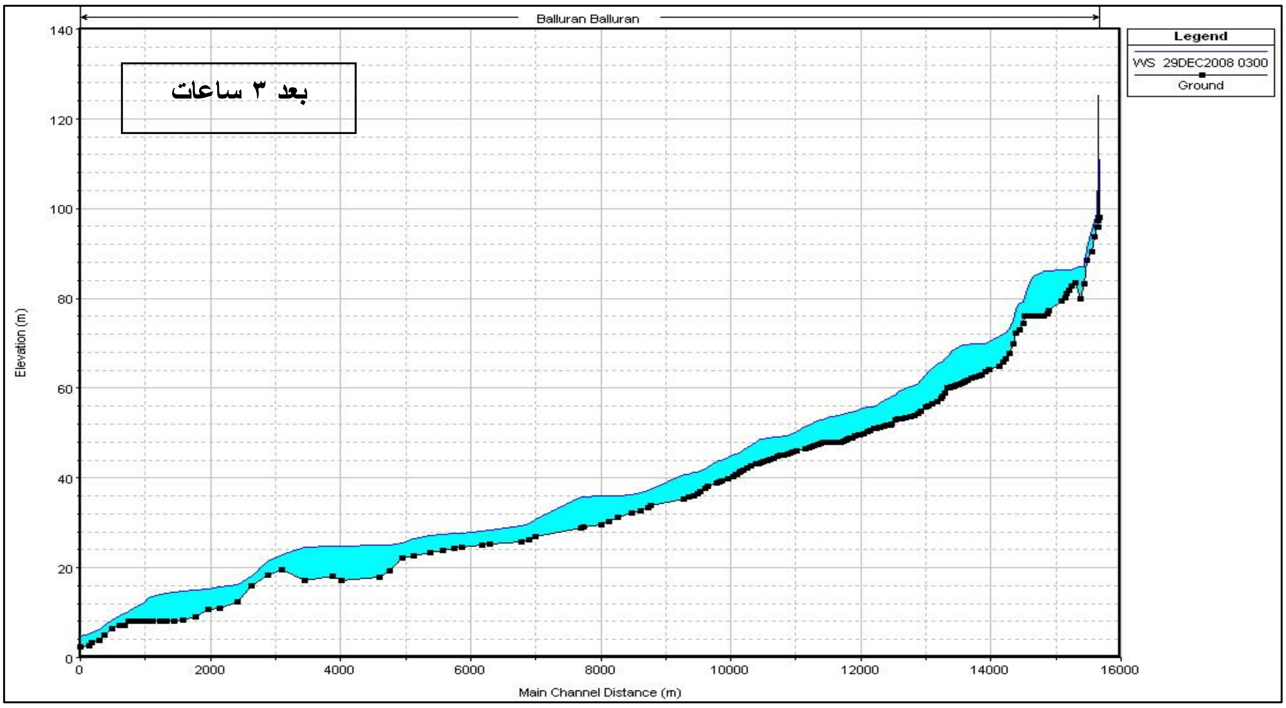
من إعداد الباحث

الشكل -٣٦- ب- مقطع طولي للنهر بعد ٢ ساعة من عملية الانهيار الافتراضي للسد



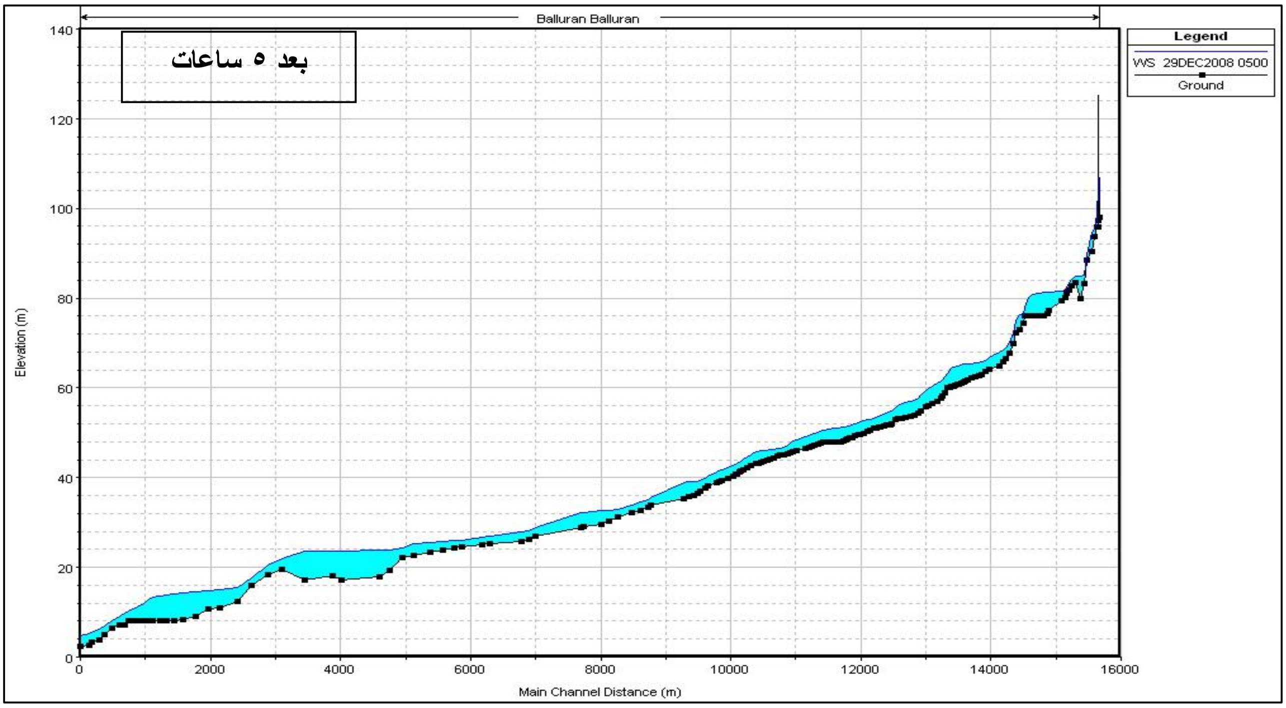
من إعداد الباحث

الشكل -٣٦- ج- مقطع طولي للنهر بعد ٣ ساعات من عملية الانهيار الافتراضي للسد



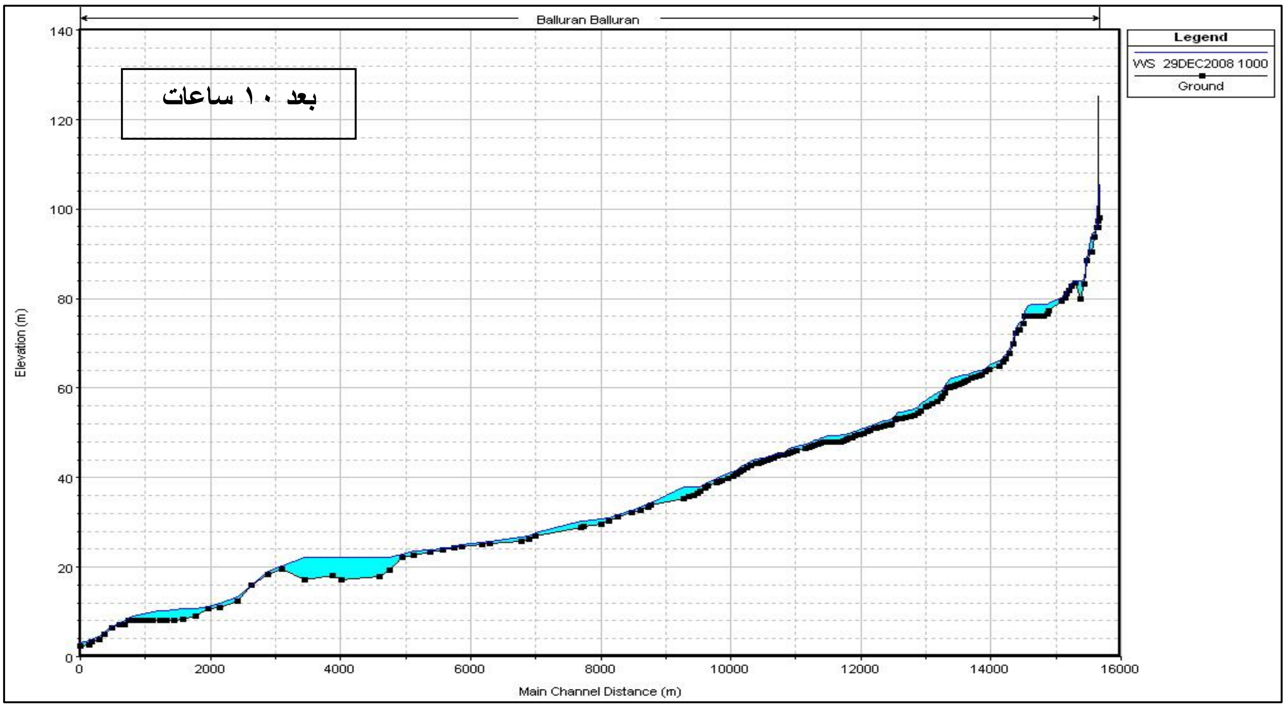
من إعداد الباحث

الشكل -٣٦- د- مقطع طولي للنهر بعد ٥ ساعات من عملية الانهيار الافتراضي للسد



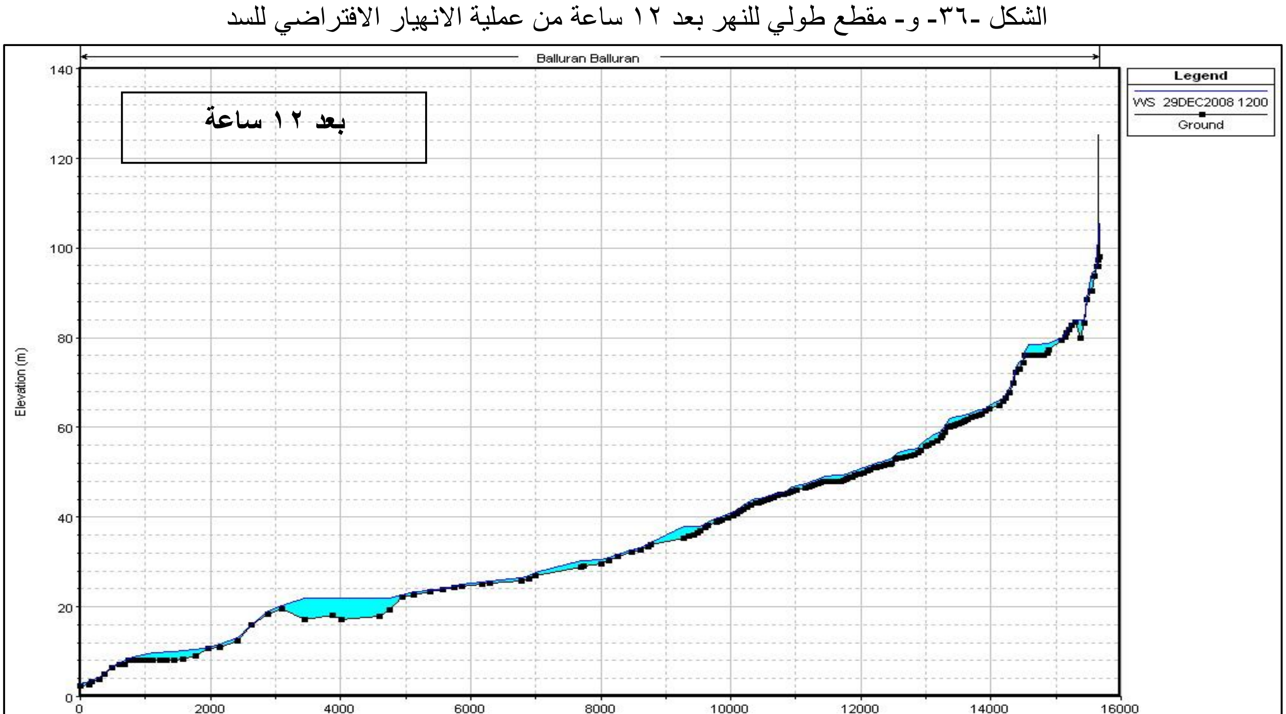
من إعداد الباحث

الشكل -٣٦- هـ- مقطع طولي للنهر بعد ١٠ ساعات من عملية الانهيار الافتراضي للسد



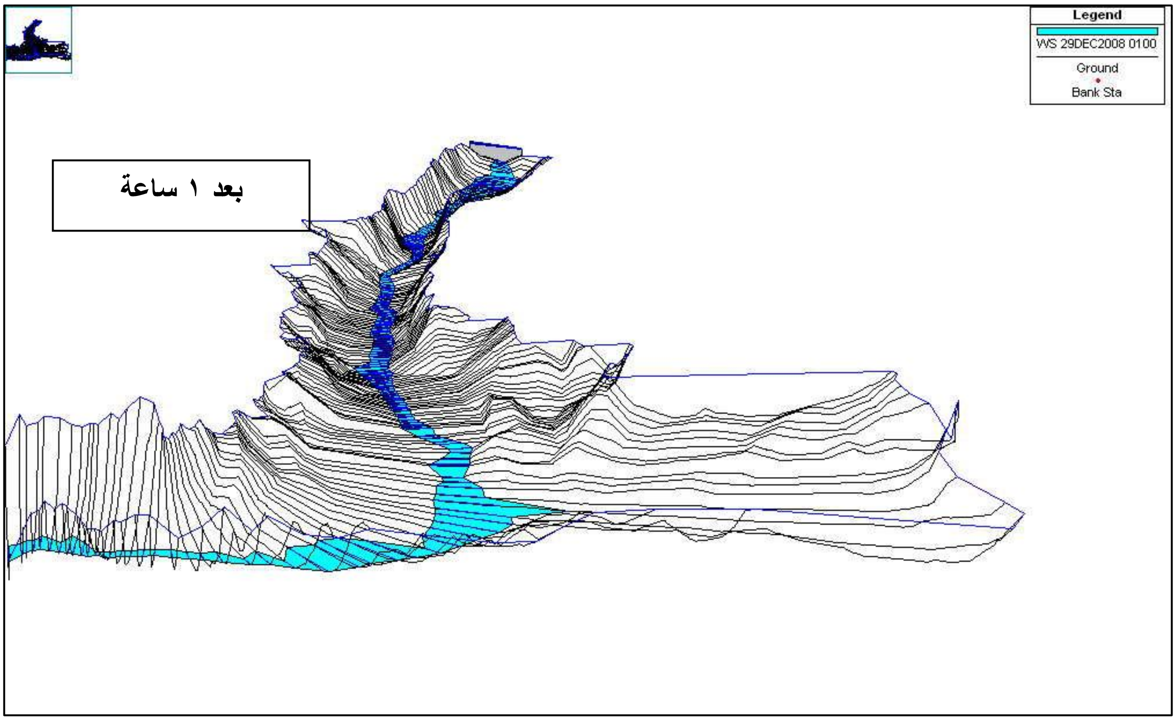
من إعداد الباحث

الشكل -٣٦- و- مقطع طولي للنهر بعد ١٢ ساعة من عملية الانهيار الافتراضي للسد



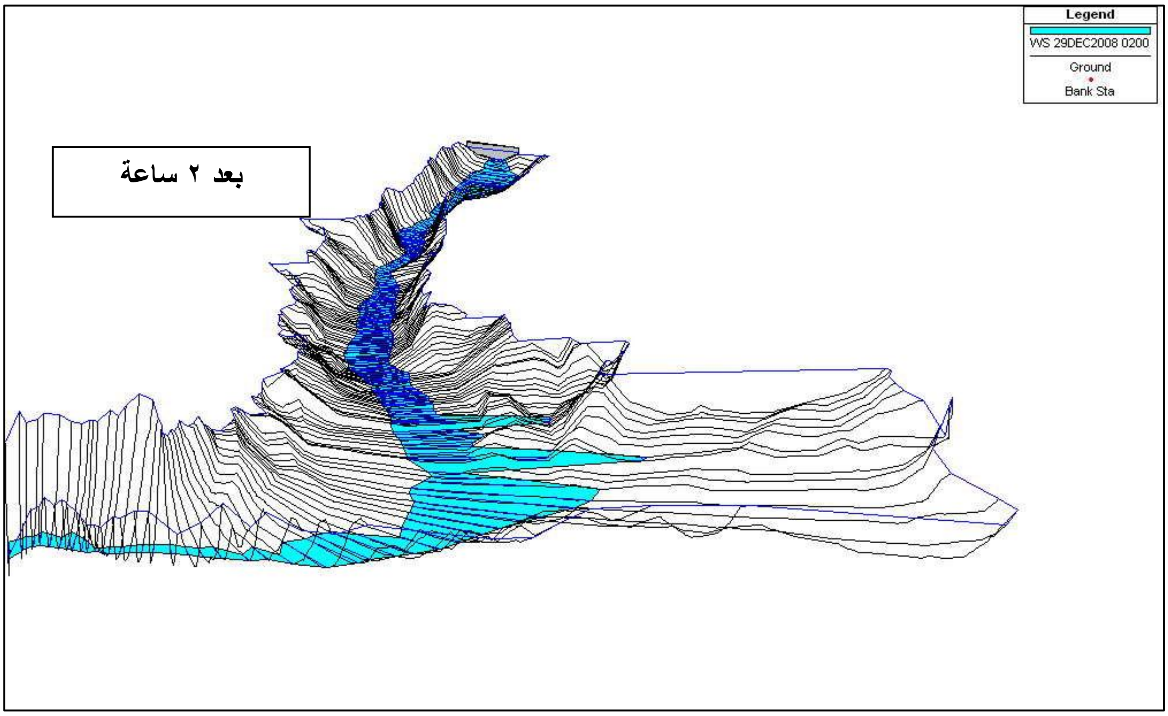
من إعداد الباحث

الشكل -٣٧- أ- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري بعد ١ ساعة من عملية الانهيار الافتراضي



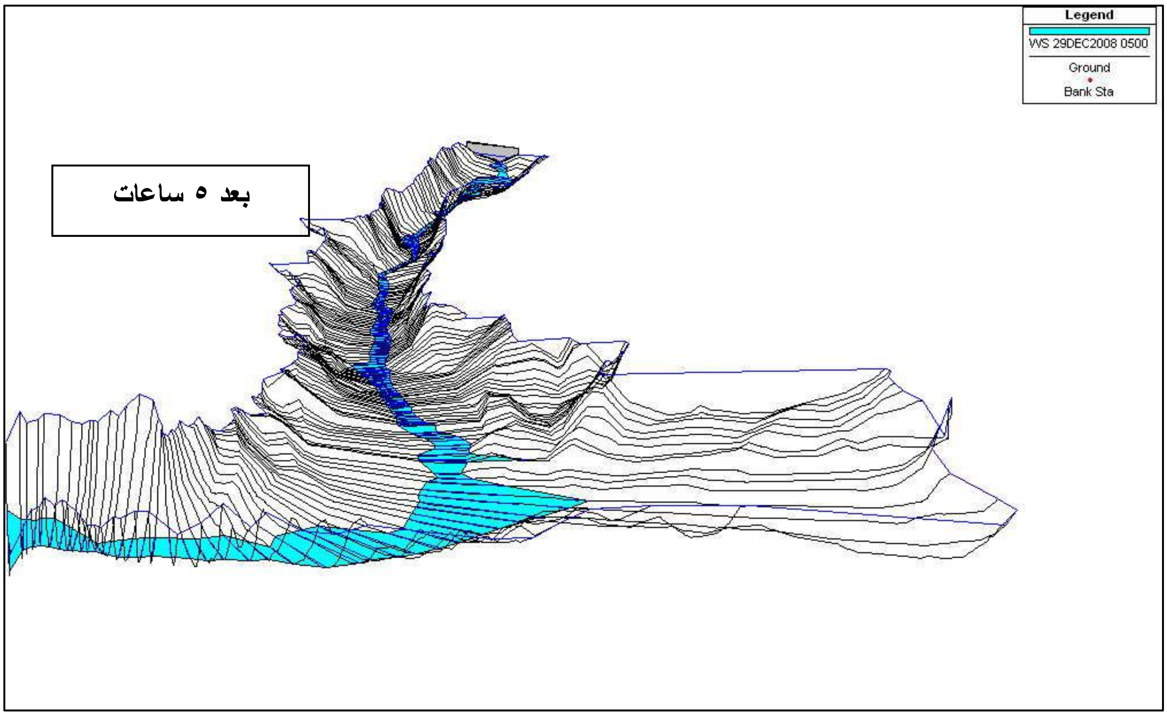
من إعداد الباحث

الشكل -٣٧- ب- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري بعد ٢ ساعة من عملية الانهيار الافتراضي



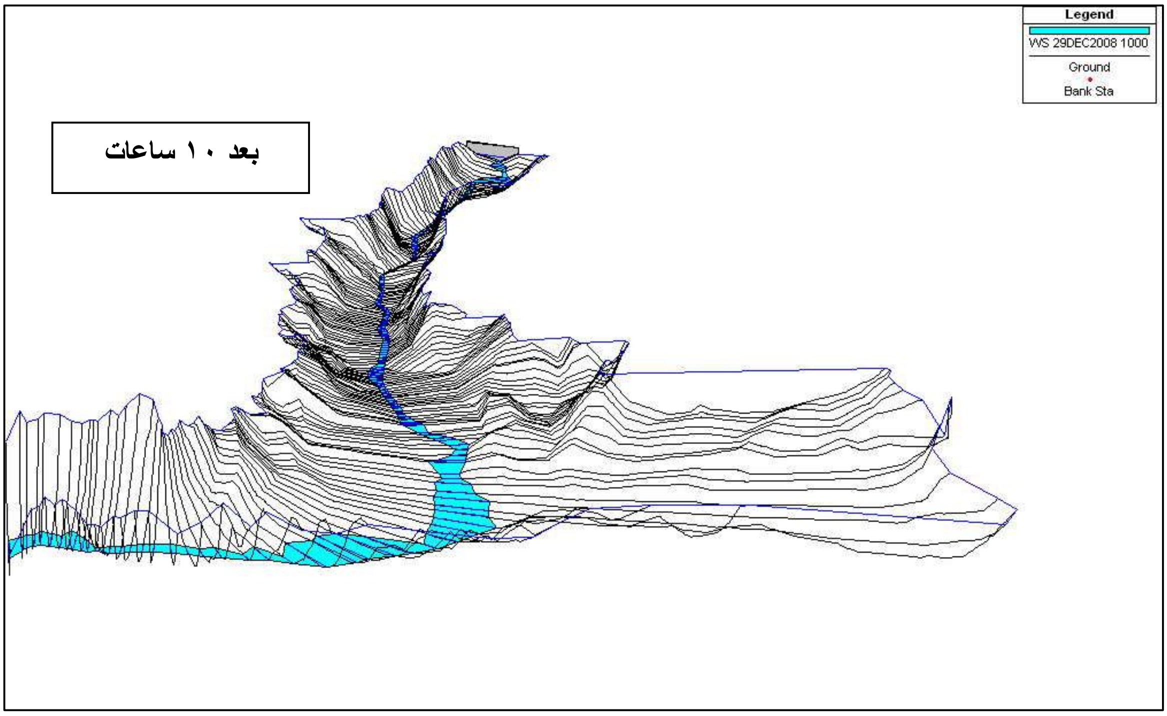
من إعداد الباحث

الشكل -٣٧- ج- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري بعد ٥ ساعات من عملية الانهيار الافتراضي



من إعداد الباحث

الشكل -٣٧- د- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري بعد ١٠ ساعات من عملية الانهيار الافتراضي



من إعداد الباحث

٢- *حالة الجريان الطبيعي (Steady Flow):*

تعتمد هذه الحالة على تحديد المجرى المائي الرئيسي والمقاطع العرضية وبحيرة التخزين ولا يشكل تحديد موقع السد عاملاً مهماً لأن هذه الدراسة تستخدم عادة في تمثيل حالة الفيضان الطبيعي للمجرى المائي في حالات الهطول المطري الغزير وتفيد هذه الدراسة في إعطاء صورة أكثر تعبيراً لتحديد أماكن الغمر المائي.

وتعتمد عملية النمذجة على غزارة تدفق ثابتة ولا تأخذ عامل الوقت في عين الاعتبار، حيث يقوم المستخدم بتحديد عدد من المقاطع Profiles (الحد الأقصى هو ٢٠٠٠ مقطع) وتحديد غزارة المياه في كل مقطع ، وتمثل المقاطع هنا شكل أو طبيعة الجريان المائي عند غزارة مائية معينة فمثلاً نريد رؤية شكل المجرى المائي بغزارة جريان ١٠٠ م٣/ثا وبالتالي يمكن اعتباره المقطع ١ وأيضاً نريد رؤية شكل المجرى المائي بغزارة مياه ٢٠٠ م٣/ثا ويمكن اعتباره المقطع ٢ و هكذا.

وبالتالي فإنه في كل مقطع يتم تحديد غزارة المياه وتكون النتيجة تمثيل شكل الجريان المائي عند هذه الغزارة.

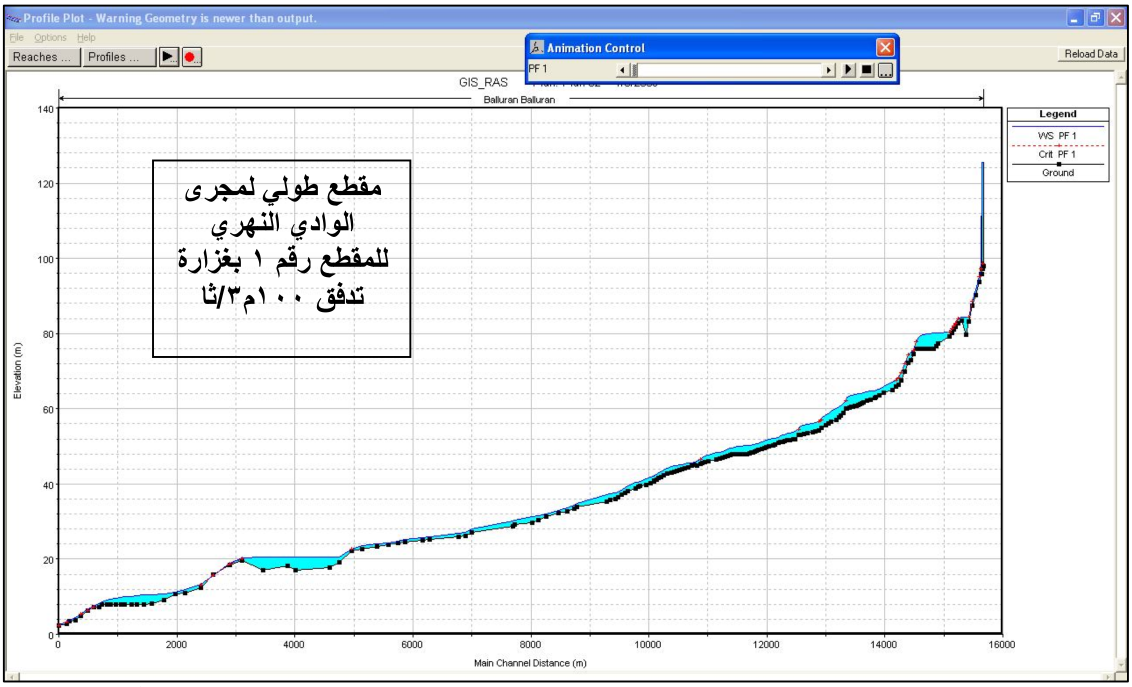
وفي هذه الدراسة تم تحديد عدد المقاطع بـ ٢٠ مقطعاً وفي كل مقطع تم إدخال قيمة افتراضية للغزارة بحيث أن أقل قيمة غزارة والتي تم افتراضها هنا في الدراسة ١٠٠ م٣/ثا أعطيت للمقطع الأول وأكبر قيمة غزارة والتي تم افتراضها بـ ٢٠٠٠ م٣/ثا أعطيت للمقطع ٢٠.

إن نتائج النمذجة المائية يمكن مشاهدتها على شكل مقطع طولي لمجرى النهر وبشكل ثلاثي الأبعاد.

الشكل -٣٨- تحديد عدد المقاطع والغزارة المائية في كل مقطع في الدراسات ذات الجريان الثابت

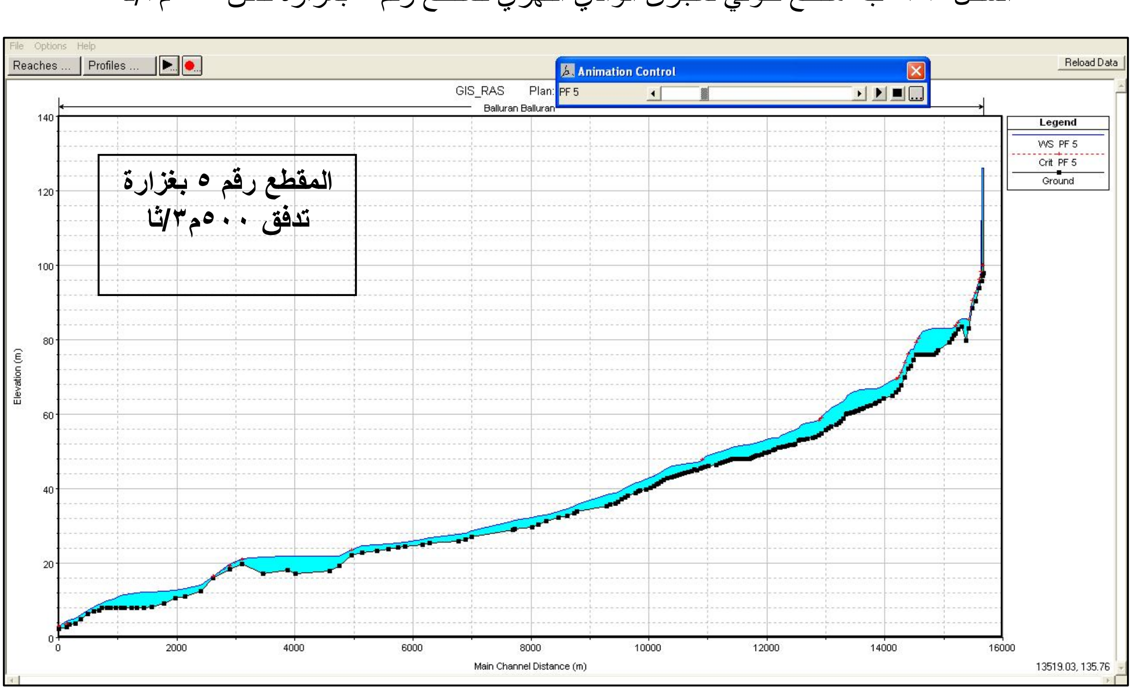


الشكل -٣٩- أ- مقطع طولي لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ١ بغزارة تدفق ١٠٠م٣/ثا



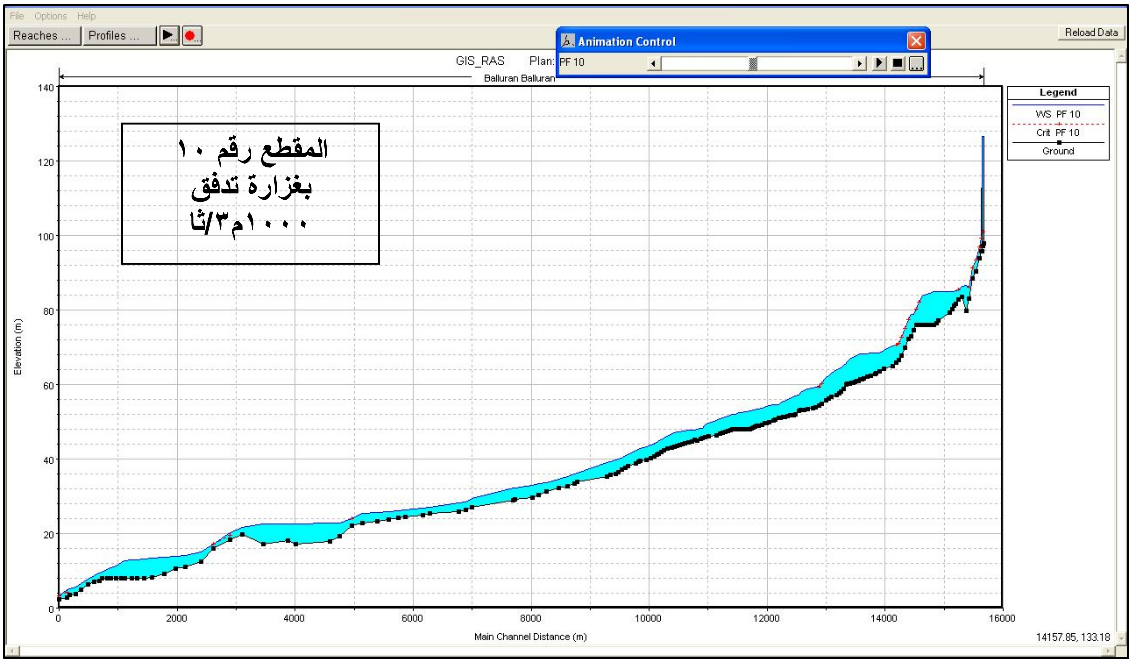
من إعداد الباحث

الشكل -٣٩- ب- مقطع طولي لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ٥ بغزارة تدفق ٥٠٠م٣/ثا



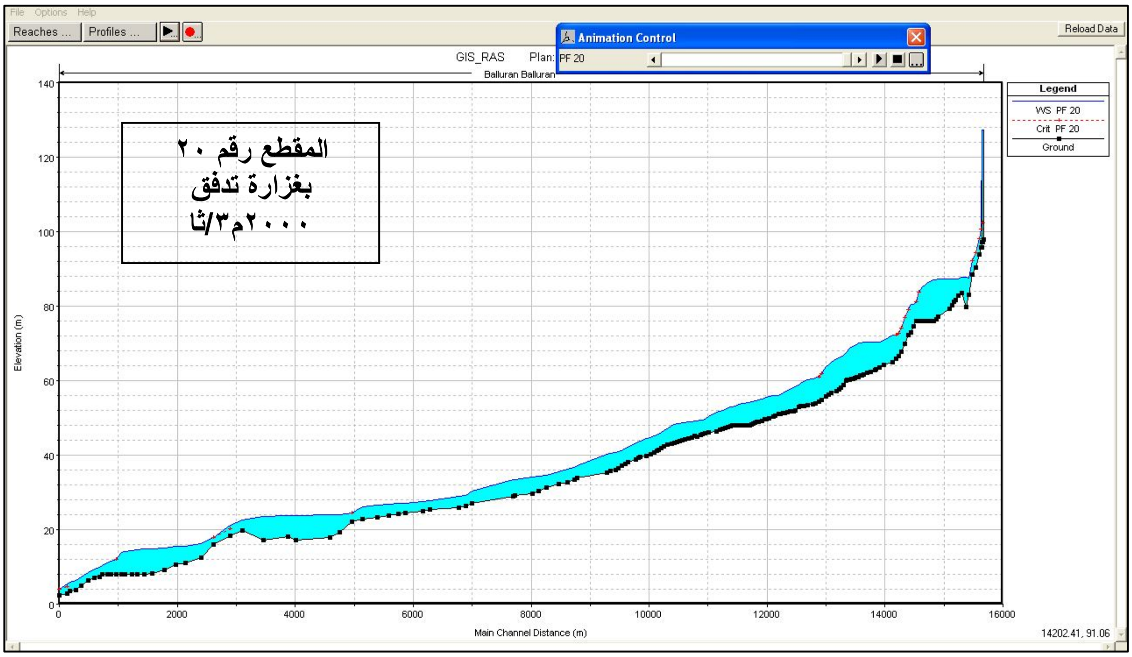
من إعداد الباحث

الشكل -٣٩- ج- مقطع طولي لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ١٠ بغزارة تدفق ١٠٠٠م٣/ثا



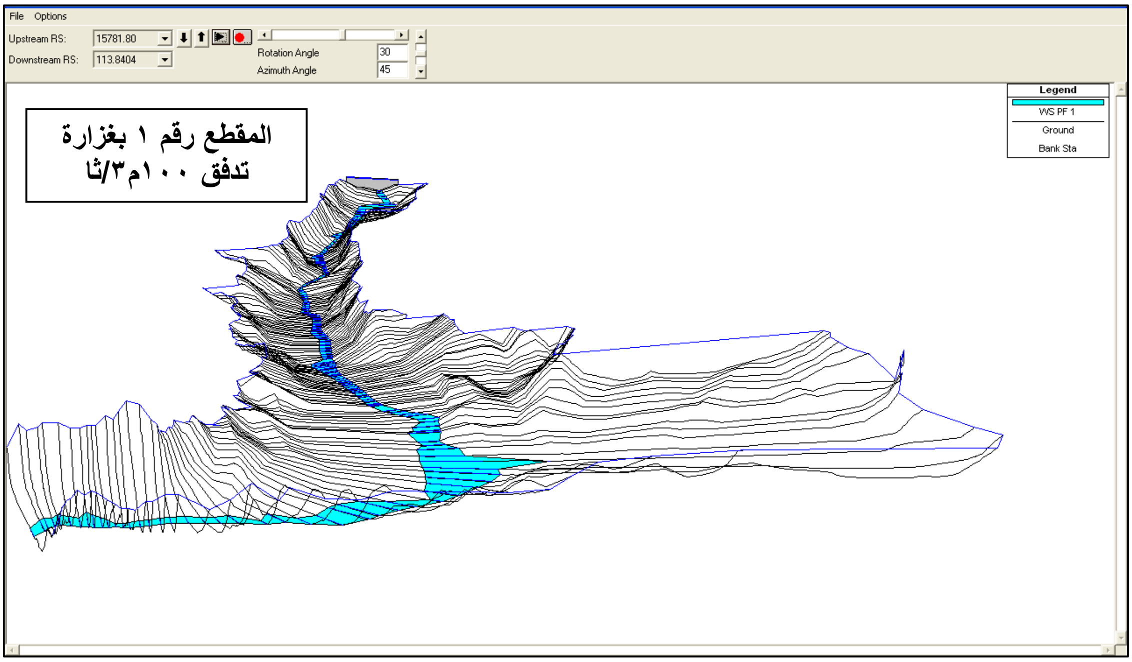
من إعداد الباحث

الشكل -٣٩- د- مقطع طولي لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ٢٠ بغزارة تدفق ٢٠٠٠م٣/ثا



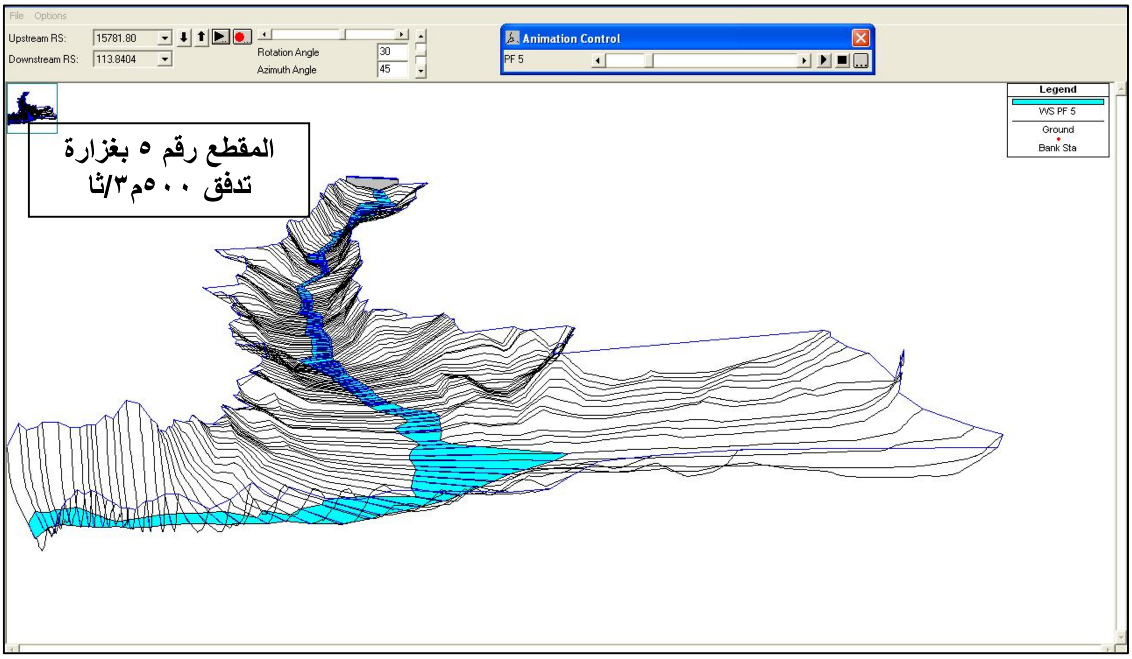
من إعداد الباحث

الشكل -٤٠- أ- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ١ بغزارة تدفق ١٠٠م٣/ثا



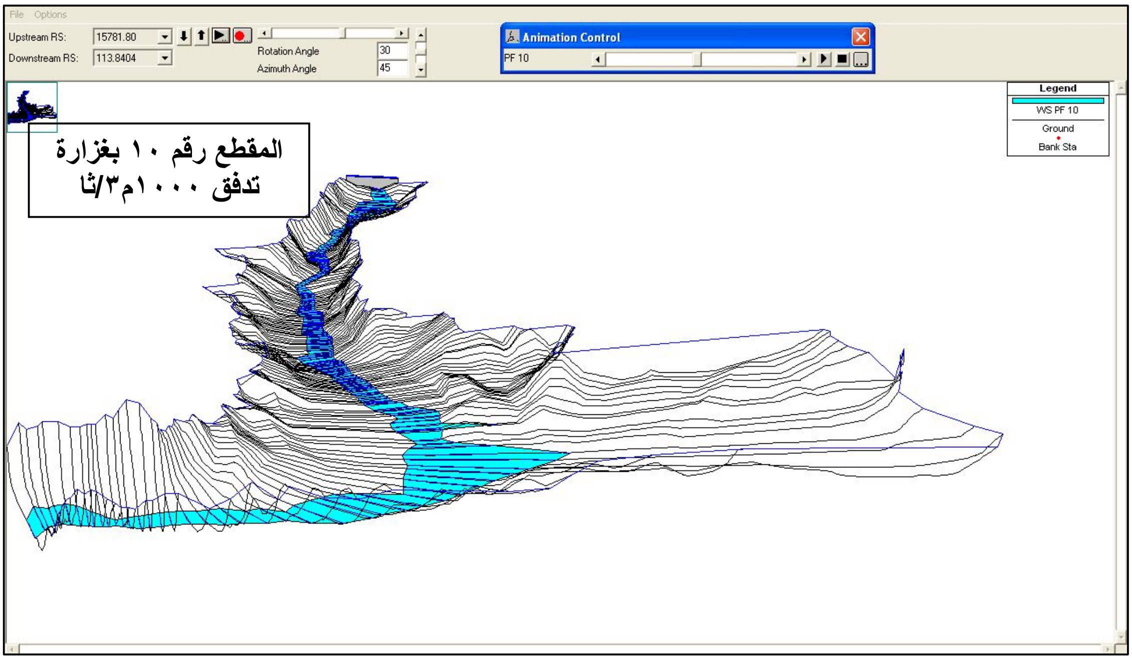
من إعداد الباحث

الشكل -٤٠- ب- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ٥ بغزارة تدفق ٥٠٠ م٣/ثا



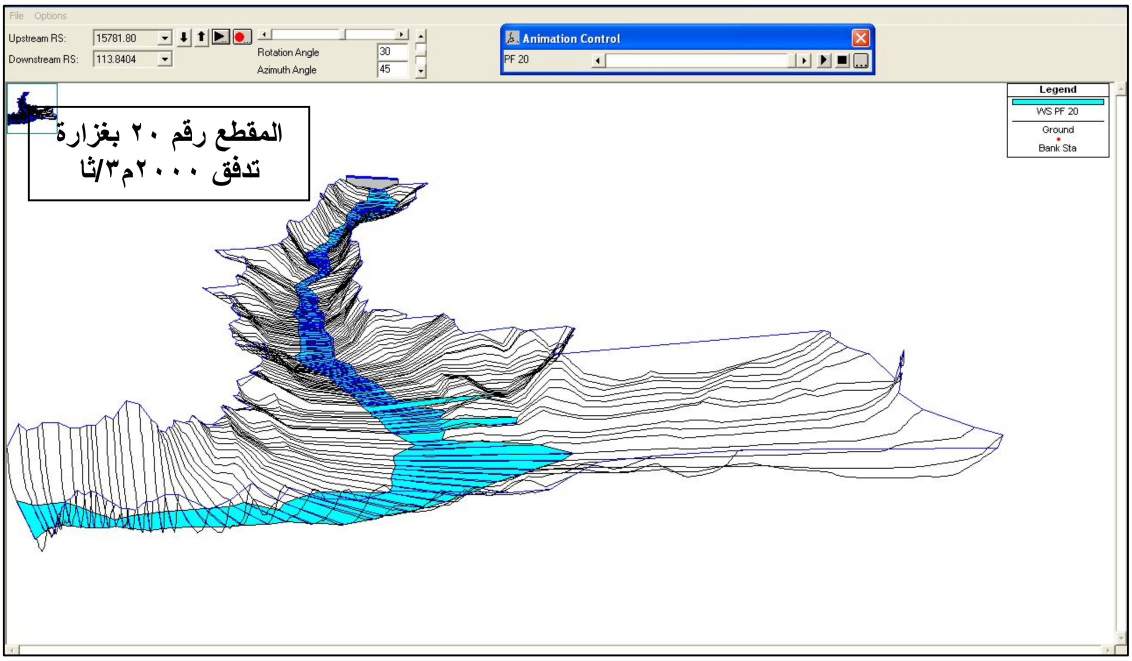
من إعداد الباحث

الشكل -٤٠- ج- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ١٠ بغزارة تدفق ١٠٠٠ م٣/ثا



من إعداد الباحث

الشكل -٤٠- د- مقطع ثلاثي الأبعاد لمجرى الوادي النهري للمقطع رقم ٢٠ بغزارة تدفق ٢٠٠٠ م٣/ثا



من إعداد الباحث

٤-٣- خرائط الغمر المائي للتجمعات والأراضي

تقدم لنا خرائط الغمر المائي صورة افتراضية عن الأماكن التي ستتعرض للغمر سواءً الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد أو الناجم عن الأمطار الغزيرة، حيث يمكن مشاهدة الأماكن التي ستتعرض للغمر وارتفاع المياه في أي بقعة من الغمر وفي أي وقت من النمذجة.

تم إنشاء هذه الخرائط بالاعتماد على النتائج السابقة للدراسة فبعد أن يتم الانتهاء من عمل النمذجة المائية لحالة الانهيار الافتراضي للسد أو الفيضان المائي الناجم عن الأمطار الغزيرة ضمن برنامج HEC-RAS يتم تصدير هذه النتائج إلى بيئة العمل GIS حيث يتم تصدير شكل المجرى المائي الناجم عن الفيضان في كل فاصل زمني بالنسبة لحالة الجريان الاصطناعي(Unsteady Flow) أي حالة الانهيار الافتراضي للسد ، وباعتبار أن عملية النمذجة المائية كانت عبارة عن ١٢ ساعة وبفاصل زمني ١٠ دقائق فسيكون لدينا ٧٢ شكلاً ووضعاً مختلفاً للفيضان.

أما بالنسبة لحالة الجريان الطبيعي (Steady Flow) أي الفيضان المائي الناجم عن الأمطار الغزيرة فإنه يتم تصدير المقاطع والتي عددها ٢٠ مقطع والتي تمثل شكل المجرى المائي عند غزارة معينة والتي كان أدناها ١٠٠ م٣/ثا وأعلاها ٢٠٠٠ م٣/ثا وكما ذكر سابقاً فإن هذه القيم افتراضية تحدد من قبل المستخدم.

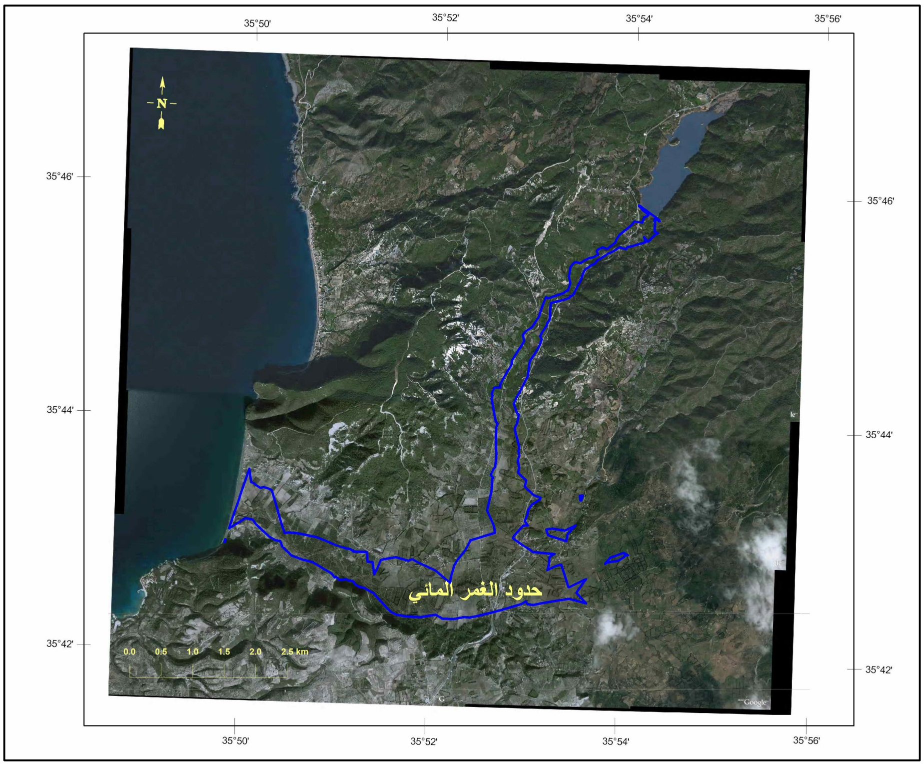
يتم استيراد نتائج الدراسة عبر برنامج ArcGIS Geo-RAS وتكون النتائج عبارة طبقات Layers على شكل مظاهر من نوع Polygon وأيضاً بشكل بيانات مصفوفية من نوع GRID.

تُظهر الطبقات من نوع Polygon حدود الغمر المائي ضمن كل فاصل زمني معين نتيجة الفيضان الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد وهنا عدد الطبقات ٧٢ طبقة باعتبار أن عدد الفواصل الزمنية كان ٧٢ فاصل زمني ،وأيضاً تظهر حدود شكل المجرى المائي عند كل غزارة مائية في حالة الفيضان المائي الناجم عن الأمطار الغزيرة وهنا عدد الطبقات ٢٠ طبقة باعتبار أن عدد المقاطع كان ٢٠ مقطعاً (الخارطة رقم ٢٣ تظهر حدود الغمر المائي في الفاصل الزمني ٠٣:٠٠).

أما الطبقات ذات البيانات المصفوفية من نوع GRID فتظهر ارتفاع المياه أو العمق عند كل بقعة من المجرى المائي والتي بلغ عددها أيضاً ٧٢ طبقة للنمذجة المائية في حالة الانهيار الافتراضي للسد وذلك تبعاً لعدد الفواصل الزمنية و٢٠ طبقة للنمذجة المائية الناجمة عن الأمطار الغزيرة وذلك تبعاً لعدد المقاطع (الخارطة رقم ٢٤ تظهر ارتفاع المياه في الفاصل الزمني ٠٣:٠٠).

الخارطة-٢٦- حدود الغمر المائي الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد

في الفاصل الزمني٠٠:٠٣ على شكل طبقة من نوع Polygon



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

الخارطة-٢٧- ارتفاعات أو أعماق المياه الناجمة عن الانهيار الافتراضي للسد

في الفاصل الزمني٠٠:٠٣ على شكل بيانات مصفوفية من نوع GRID



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

تتعلق مساحة الغمر بشكل القطاعات العرضية فكلما كانت أقرب إلى الاستواء كان الغمر أكبر والعكس صحيح فإذا كان القطاع العرضي ذو أطراف مرتفعة اعتباراً من سرير النهر أي (مجرى خانقي) فإن الغمر الجانبي يكون محدوداً جداً.

إن إجمالي مساحة الأراضي في منطقة الدراسة هو ٣١٩٠٠ ألف م٢ (٣١.٩ كم٢) تشكل منها ٥٣٠ ألف م٢ طرق (١٥٠ ألف م٢ طرق رئيسية و ٣٨٠ ألف م٢ طرق فرعية) أي ما نسبته ١.٦٦% من إجمالي مساحة الأراضي في منطقة الدراسة و١٩٠ ألف م٢ مساحات سكنية أي ما نسبته ٠.٦ % و ٨٥٨٠ ألف م٢ غابات أي ما نسبته ٢٦.٩% و ٢٢١١٠ ألف م٢ مساحات زراعية أي ما نسبته ٦٩.٣١% .*

بلغت إجمالي مساحة الأراضي التي غُمرت بالمياه نتيجة للانهيار الافتراضي للسد حوالي ٦١٩٠ ألف م٢ أي ما نسبته ١٩.٤٠ % من مساحة الأراضي في منطقة الدراسة، منها ١٣٠ ألف م٢ طرق أي ما نسبته ٢.١% من إجمالي الأراضي المغمورة (٧٠ ألف م٢ طرق رئيسية و ٦٠ ألف م٢ طرق فرعية وكانت نسبة الطرق الرئيسية التي تعرضت للغمر ٤٦.٧ % من إجمالي الطرق الرئيسية في منطقة الدراسة).

قي حين بلغت المساحات السكنية التي تعرضت للغمر ٦٠ ألف م٢ أي ما نسبته ٠.٩٧% (٢٩٤ مبنى غُمر بالمياه بشكل كامل و٣١ مبنى غُمر بالمياه بشكل جزئي حيث وضحت مشاهد الغمر أن أغلب المباني التي تقع بجوار الوادي النهري تعرضت للغمر وشكلت هذه المباني ما نسبته ٢٦.٦% من إجمالي عدد المباني في منطقة الدراسة).

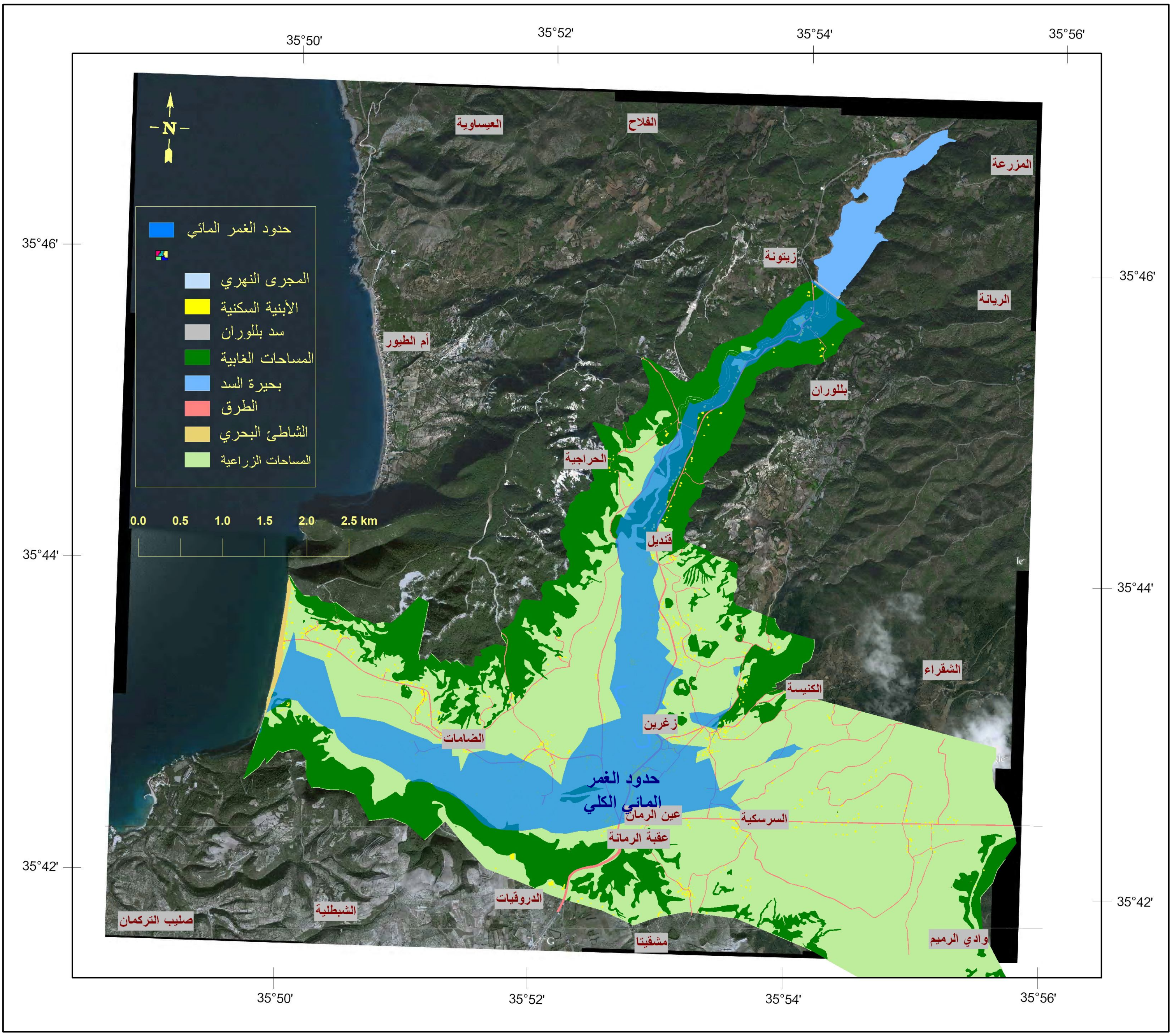
أما مساحة الأراضي الغابية التي غُمرت بالمياه فكانت ٨٢٠ ألف م٢ أي ما نسبته ١٣.٢٥% ، في حين أن القسم الأعظمي الذي تعرض للغمر هو المساحات الزراعية بمساحة قدرها ٤٧٢٠ ألف م٢ أي ما نسبته ٧٦.٢٥% من مساحة الأراضي المغمورة (الخارطة رقم ٢٥ تظهر حدود الغمر المائي الكلي الناجم عن انهيار السد) .

أما من حيث ارتفاع المياه فإن أعلى مستوى وصلت إليه بحدود ١٢.١٤م في المنطقة الواقعة بالقرب من بلدية بللوارن على بعد حوالي ١ كم من السد في الفاصل الزمني (٠١:٥٠) .

(الخارطة رقم ٢٦ توضح تدرج الارتفاع الأقصى للمياه في منطقة الغمر، حيث قُسّم هذا التدرج إلى خمس فئات تبدأ من قيمة ٠ م و تنهي بقيمة أكبر من ١٢ م).

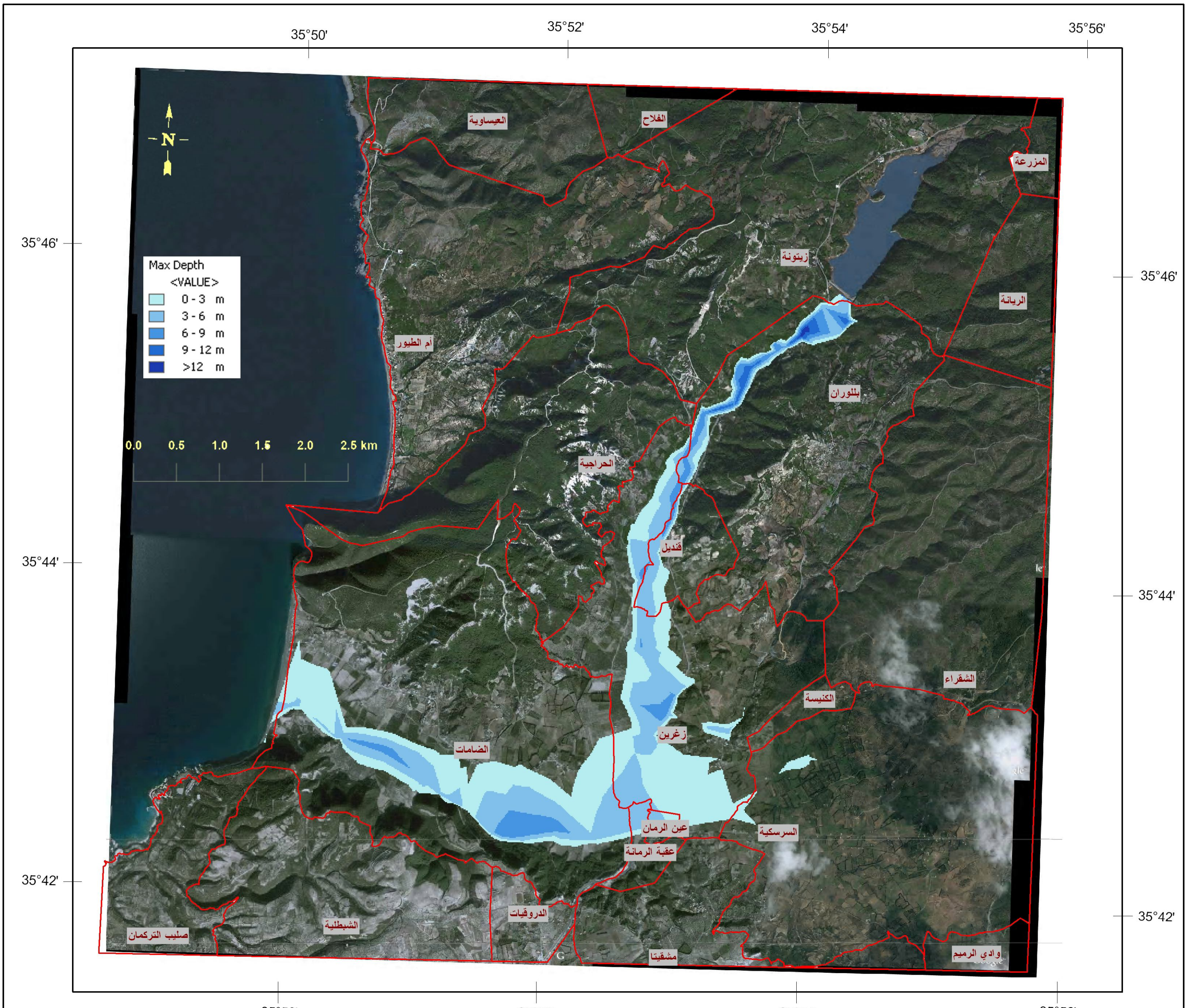
* مساحة المنطقة المدروسة هي المساحة الإجمالية في خارطة استعمالات الأراضي.

الخارطة-٢٨- حدود الغمر المائي الكلي الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

الخارطة-٢٩- تدرج الارتفاع الأقصى للمياه في منطقة الغمر



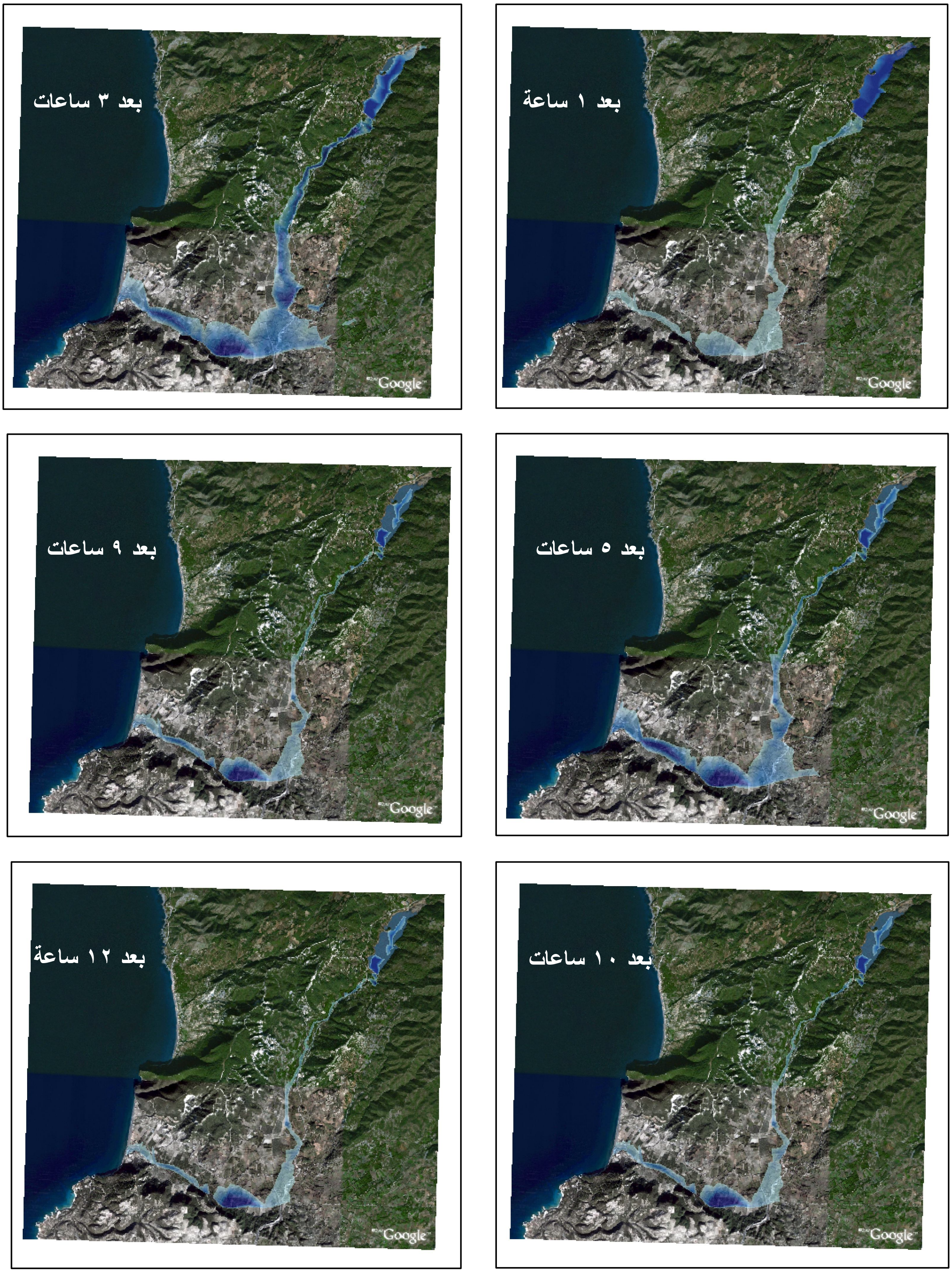
من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

بلغت مساحة الأراضي التي تعرضت للغمر المائي في الساعة **الأولى** من الانهيار الافتراضي للسد بـ**٢٨٧٠ألف م٢**(٥٠ ألف م٢ طرق ، ٣٠ ألف م٢ مساحات سكنية منها ١١٣مبنى غُمر بشكل كامل و١٨ مبنى غُمر بشكل جزئي، ٥٠٠ ألف م٢ غابات، ١٩٧٠ ألف م٢ مساحات زراعية) ،في حين بلغت مساحة الغمر الذروة في الساعة **الثالثة** لتصل لـ **٥٧٣٠ ألف م٢** (١١٠ ألف م٢ طرق ، ٥٠ ألف م٢ مساحات سكنية منها ٢٦٧ مبنى غُمر بشكل كامل و٣٧مبنى غُمر بشكل جزئي، ٧٠٠ ألف م٢ غابات، ٤٤٤٠ ألف م٢ مساحات زراعية)، بعد ذلك أخذت مساحة الغمر بالتراجع تدريجياً لتصل في الساعة **التاسعة** إلى **٢٣٣٠ ألف م٢** (٢٠ ألف م٢ طرق ، ٢٠ ألف م٢ مساحات سكنية منها ٨٤ مبنى غُمر بشكل كامل و١٥مبنى غُمر بشكل جزئي ، ٢١٠ ألف م٢ غابات، ١٨٤٠ ألف م٢ مساحات زراعية) وأصبحت في الساعة **الثانية عشرة** بحوالي **١٩٥٠ ألف م٢** (٢٠ ألف م٢ طرق ، ٢٠ ألف م٢ مساحات سكنية منها ٦٧ مبنى غُمر بشكل كامل و٢٢مبنى غُمر بشكل جزئي، ١٩٠ ألف م٢ غابات، ١٥٢٠ ألف م٢ مساحات زراعية) ، الشكل ٤١ يظهر خرائط الغمر المائي الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد.

أما مساحة الأراضي التي تعرضت للغمر المائي الناجم عن حالة الفيضان الطبيعي فقد بلغت في المقطع **رقم ١** بغزارة ١٠٠ م٣/ثا بـ **٢٢٠٠ ألف م٢**(٢٦ ألف م٢ طرق ، ٢٥ ألف م٢ مساحات سكنية منها ١٠٣مبنى غُمر بشكل كامل و١١ مبنى غُمر بشكل جزئي، ٢٧٤ ألف م٢ غابات، ١٦٨٠ ألف م٢ مساحات زراعية) في حين بلغت هذه المساحة في المقطع **رقم ٢٠** بغزارة مائية ٢٠٠٠م٣/ثا بـ **٥٢٧٠ كم٢**(٩٧ ألف م٢ طرق ، ٤٩ ألف م٢ مساحات سكنية منها ٢٣٨ مبنى غُمر بشكل كامل و٣٢ مبنى غُمر بشكل جزئي، ٧١٥ ألف م٢ غابات، ٤٠٠٠ ألف م٢ مساحات زراعية) ، الشكل ٤٢ يُظهر خرائط الغمر المائي الناجم عن الأمطار الغزيرة.

بينت خرائط الغمر المائي في كلا الحالتين أن بلدية بللوران القريبة من السد لن تتعرض للغمر كونها تقع على ارتفاعات أعلى من الارتفاعات الأقصى التي ستتصل إليها المياه في هذه المنطقة حيث ستقتصر الأضرار على الأبنية السكنية بجوار الوادي النهري وبعض من المساحات الزراعية في حين كانت الأضرار أكبر في قرى قنديل وعقبة الرمان والضامات ،أما القرى الأكثر تضرراً نتيجة للفيضان فكانت زغرين وعين الرمان (الجدول رقم ٩ يوضح حجم الأضرار الناجمة عن الغمر المائي الناتج عن الانهيار الافتراضي للسد حسب التقسيمات الإدارية للتجمعات السكنية).

الشكل -٤١- خرائط الغمر المائي لحالة الانهيار الافتراضي للسد



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

الشكل -٤٢- خرائط الغمر المائي نتيجة الفيضان الناجم عن الأمطار الغزيرة



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

الجدول -٩- يبين حجم الأضرار الناجمة عن الغمر المائي نتيجة للانهيار الافتراضي للسد حسب التقسيمات الإدارية للتجمعات السكنية *

التجمع السكني	الصفة الإدارية	مساحة الحدود الإدارية (ألف م٢)	مساحة المنطقة المتضررة(مساحة الغمر)(ألف م٢)	نسبة المساحة المتضررة من مساحة الحدود الإدارية %	مساحة الأبنية السكنية المتضررة (ألف م٢)	عدد الأبنية المتضررة	المساحات الزراعية المتضررة (ألف م٢)
زيتونة	قرية	١١٥٣٥	٢٩	٠.٢٥	٠	٠	٠
بللوران (بللورة)	بلدية	٦٩٩٦	٦٣٩	٩.١٣	١١	٤٣	٣٢
قنديل (قنديل جوك)	مزرعة	١٠٢٤	٢٦٢	٢٥.٥٩	٧	٣٨	١٦١
زغرين	قرية	٦٥٦٨	٢٣٤٢	٣٥.٦٦	٢٨	١٤٨	١٩٤٢
السرسكية	بلدية	٩٣٥٢	٧٦	٠.٨١	٠.٦	٢	٧٤
عين الرمان	مزرعة	١٢١	٦٦	٥٤.٥٤	٠.٤	٣	٦٥
عقبة الرمان	مزرعة	٣٩٥	٨٣	٢٠.٠١	٣	١٦	٧٤
الضامات	قرية	١٢٧٩٤	٢٦٩٣	٢١.٠٥	١٠	٧٥	٢٣٧٢

من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية

* تم ترتيب التجمعات السكنية حسب البعد عن نقطة مصب النهر.

٤-٤- النمذجة ثلاثية الأبعاد لخرائط الغمر المائي

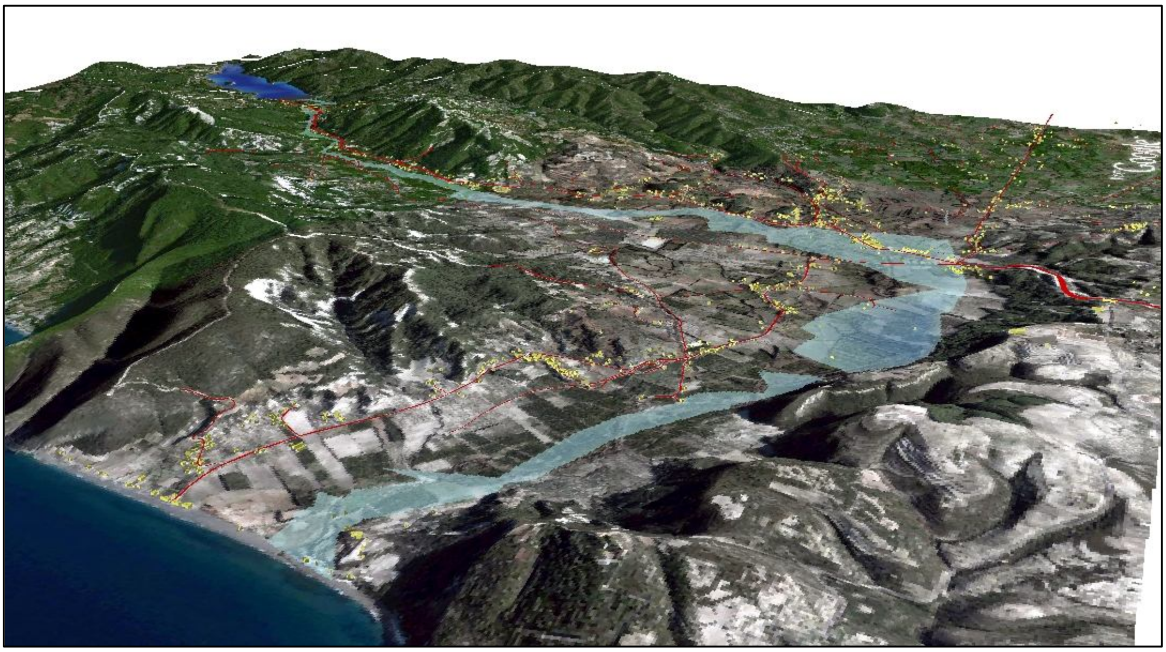
تستخدم النمذجة ثلاثية الأبعاد لمشاهدة البيانات بمنظور ثلاثي الأبعاد حيث تساعد على التحريك والرؤية من زوايا مختلفة والطيران الافتراضي فوق المكان والتفاعل مع بيانات نظم المعلومات الجغرافية ومشاهدة السطوح وتحليلها.

فعبر برنامج AcrScene وهو أحد توسعات نظام المعلومات الجغرافي ArcGIS ، يمكننا مشاهدة النمذجة المائية ولاسيما خرائط الغمر المائي بشكل ثلاثي الأبعاد.

وقد تم تشكيل المشهد الثلاثي الأبعاد أولاً بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي سواءً بصيغة GRID أو بصيغة TIN ، ويستخدم نموذج الارتفاع هنا من أجل بناء السطح ورؤيته بشكل منظوري ثلاثي الأبعاد، ومن خلال الصورة الفضائية وعبر وضعها كغطاء يغطي نموذج الارتفاع الرقمي فإنه يمكننا إعطاء صورة واقعية أكثر لشكل الأرض،وعبر إضافة الطبقات من نوع GRID والتي تمثل الغمر المائي ومطابقتها مع نموذج الارتفاع الرقمي نحصل على مشاهد ثلاثية الأبعاد تمثل خرائط الغمر المائي.

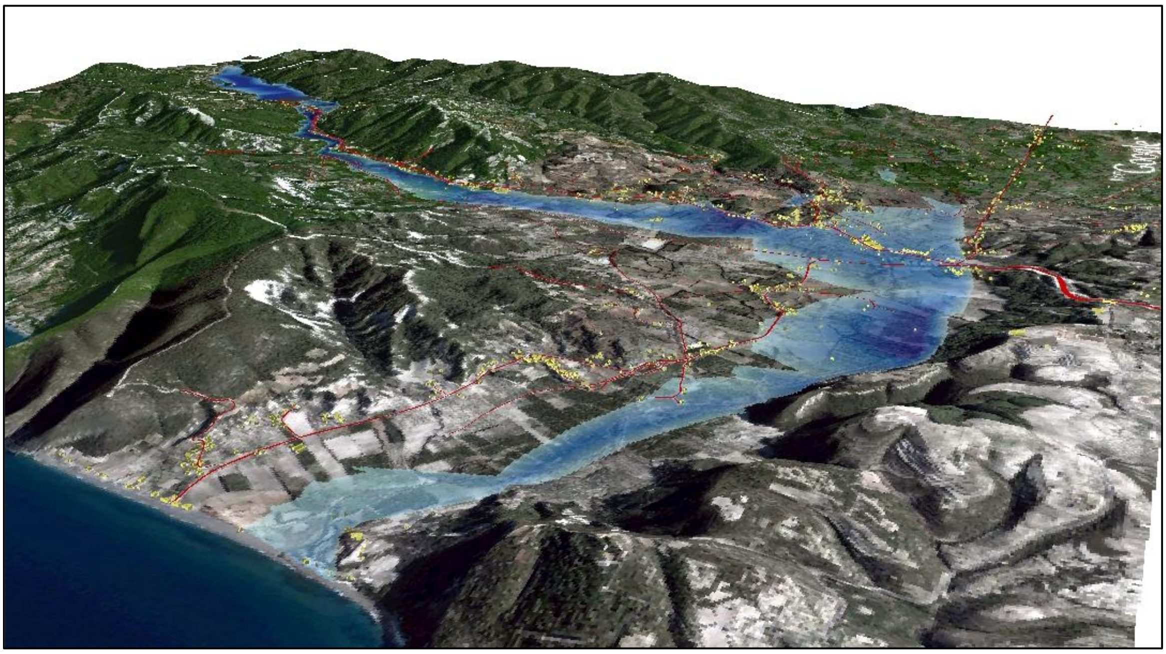
ويمكن مشاهدة هذه النمذجة الثلاثية الأبعاد لخرائط الغمر المائي سواءً للفيضان الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد أو الفيضان الناجم عن الأمطار الغزيرة.

الشكل -٤٣- أ- خرائط الغمر المائي بشكل ثلاثي الأبعاد(بعد ٢٠ دقيقة من الانهيار الافتراضي للسد)



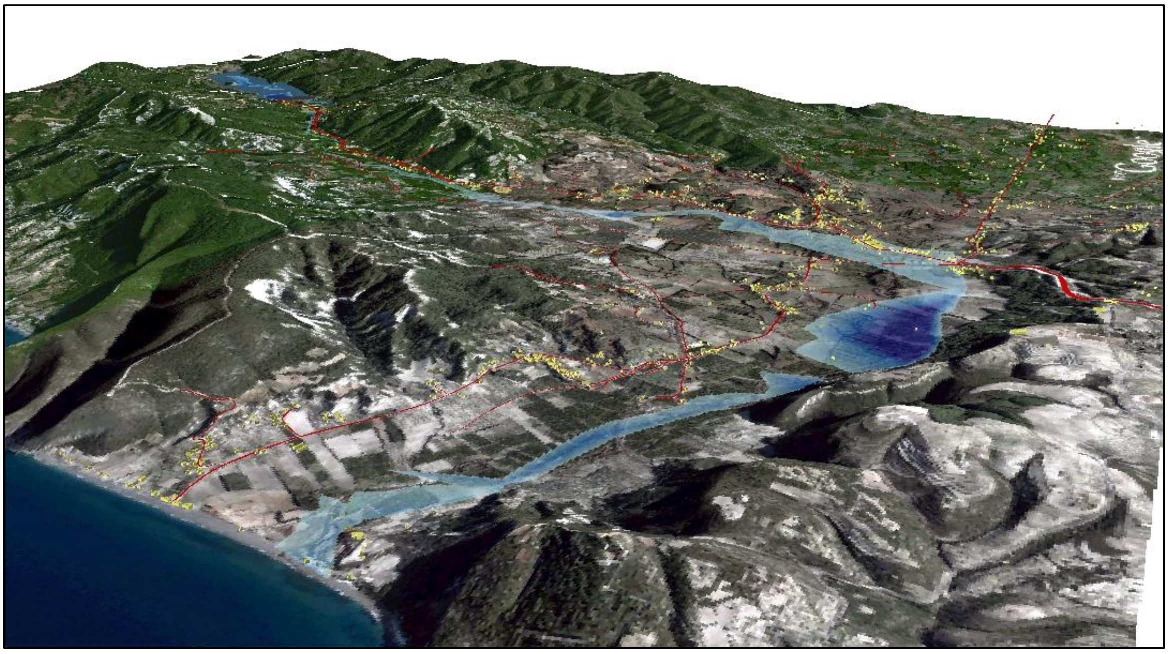
من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية ونموذج الارتفاع الرقمي

الشكل -٤٣- ب- خرائط الغمر المائي بشكل ثلاثي الأبعاد (الغمر المائي الأعظمي في الساعة الثالثة من الانهيار الافتراضي للسد)



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية ونموذج الارتفاع الرقمي

الشكل -٤٣- ج- خرائط الغمر المائي بشكل ثلاثي الأبعاد (نهاية النمذجة المائية)



من إعداد الباحث اعتماداً على نتائج النمذجة المائية ونموذج الارتفاع الرقمي

٤-٥- إدارة الكارثة

نظراً لأن الكارثة هي عبارة عن حالة خطيرة وقوة قاهرة تحدث إما بفعل الطبيعة أو بفعل الإنسان وهي تحدث دون سابق إنذار أو بوجود إنذار مسبق ورقابة ضعيفة وغير فعالة ، فإن إدارة الكوارث تشمل جميع جوانب التخطيط للتصدي ومواجهة الكوارث بحيث تشير إلى إدارة المخاطر ونتائج الكوارث على حدٍ سواء، كما تتضمن مجموعة واسعة من المهمات قبل الحدث وخلاله وبعده.

إن إدارة الكوارث بشكل رئيسي تقع على عاتق السلطات العامة والبلدية في جميع بلدان العالم وتشارك الجهات الخاصة والمجتمعات المحلية والجمعيات الأهلية والمنظمات الإنسانية بمستويات مختلقة من مراحل إدارة الكوارث ، وبالتالي فإنه يجب ضمان درجة عالية من التنسيق بين المستويات المختلفة للسلطات العامة والجهات الأخرى المعنية بجوانب إدارة الكوارث.

٤-٥-١- مراحل إدارة الكارثة الناجمة عن انهيار السد:

١- مرحلة ما قبل الكارثة:

وتشمل هذه المرحلة على :

أ- التخطيط ورفع الجاهزية من خلال القيام بدورات تدريبية عملية تكون بشكل دوري لكل من كوادر الدفاع المدني والشرطة والإطفاء والإسعاف والكوادر الطبية لمواجهة الكارثة وكيفية التنسيق والتعاون فيما بينها في حال حدوثها ،ووضع عدد من السيناريوهات وإشراك سكان المناطق التي يمكن أن تضرر نتيجة لانهيار السد ومن ثم دراسة الأخطاء والدروس المستفادة من التدريب .

ب-التنبؤ بكارثة انهيار السد عن طريق نظام إنذار مُبكر من خلال:

- نظام المعلومات الجغرافية الذي يقدم لنا تصوراً عن المناطق التي يمكن أن تتعرض للغمر المائي إضافة إلى تقييم الأضرار المادية والبشرية من خلال قاعدة بيانات للمعالم الجغرافية في المنطقة والتي تتضمن بيانات عن قيم وأبعاد وعدد الأشخاص في المنشآت والأراضي.
- شبكة تجميع بيانات القياس الناتجة عن الحساسات المتوضعة في السدود والتي تقوم بإجراء مجموعة من القراءات بشكل يومي أو أسبوعي أو شهري تشمل:

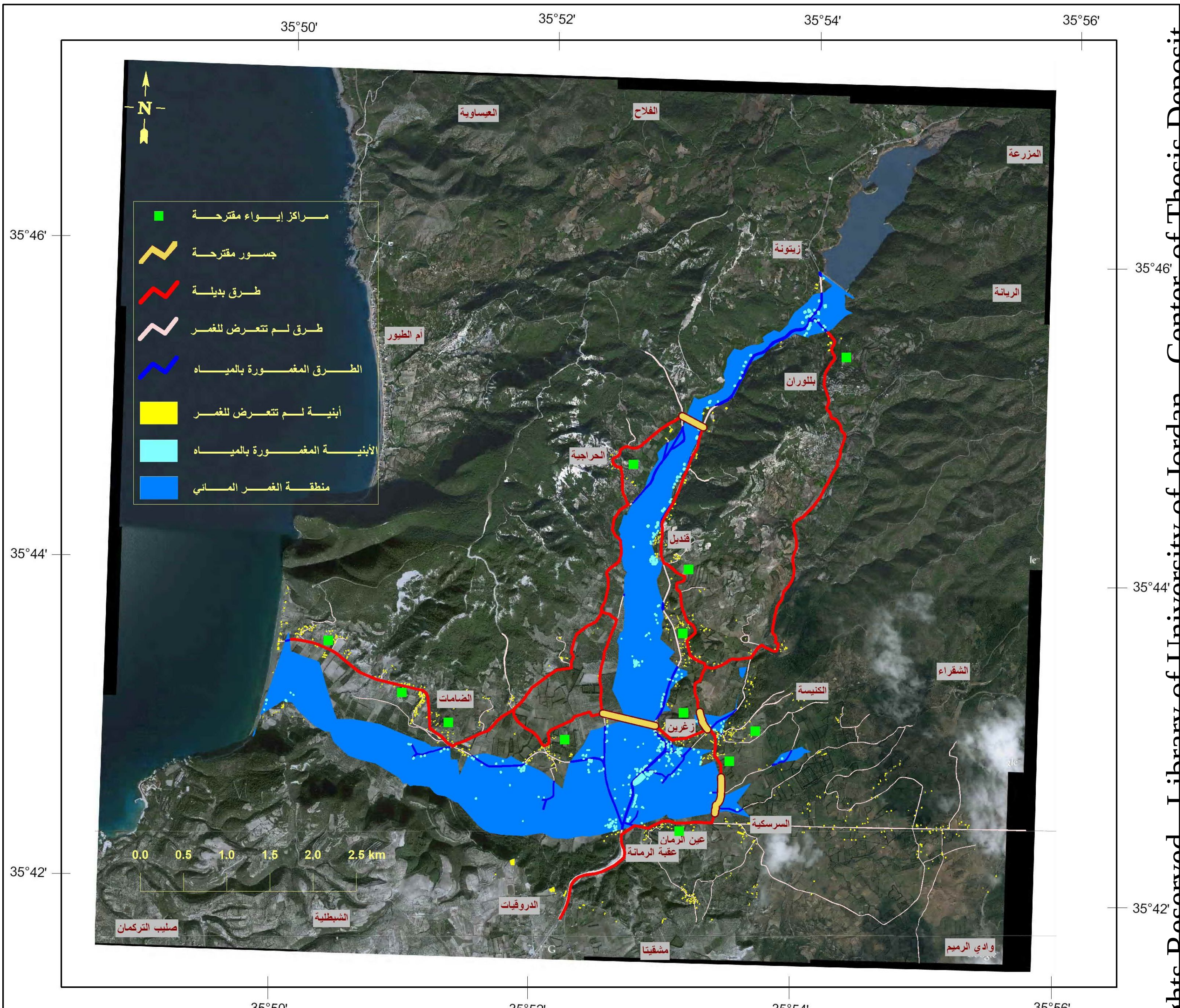
- الحركة الرأسية والأفقية .
- هبوط أساسات السد .
- قياس الضغوط في التربة .
- الاهتزازات الناشئة من الزلازل .
- قياس كمية المياه المتسربة .
- قياس ضغوط المياه .

ج- وضع خطة طوارئ وإعلام وخرائط أو مخططات توجيهية بالتنسيق مع السلطات المحلية المحيطة في المنطقة والتي يجب أن تؤمن مواقع معينة للإخلاء ومستودعات مؤمنة بالمؤن والوقود في حال حدوث الكارثة وتوضح الطرق البديلة الواجب أن تسلكها الآليات بمختلف أشكالها في حال غمر الطرق الرئيسية بالمياه (الخارطة رقم ٢٧ و التي هي عبارة عن مخطط توجيهي مقترح لمنطقة الكارثة والذي يوضح منطقة الغمر المائي الناجم عن الانهيار الافتراضي للسد كما يوضح أماكن مراكز الإيواء المقترحة التي تم وضعها بالاعتماد على أماكن الارتفاعات الآمنة التي لم يصل تأثير الفيضان إليها، ويُظهر أيضاً الطرق البديلة و الجسور المقترحة و التي يمكن أن تسلكها الآليات لتسهيل حركتها وتسهيل عمليات الإنقاذ في حال حدوث الكارثة).

د- آلية تبليغ وإنذار ذات فاعلية يتم اختبارها بشكل دوري .

هـ توعية الأهالي على خطر الكارثة ولاسيما القاطنين في المناطق المعرضة للغمر المائي من خلال كتيبات ونشرات إعلانية تبين كيفية التصرف أثناء حدوث الكارثة.

الخارطة-٣٠- مخطط توجيهي مقترح لمنطقة الكارثة



من إعداد الباحث

٢- مرحلة الكارثة:

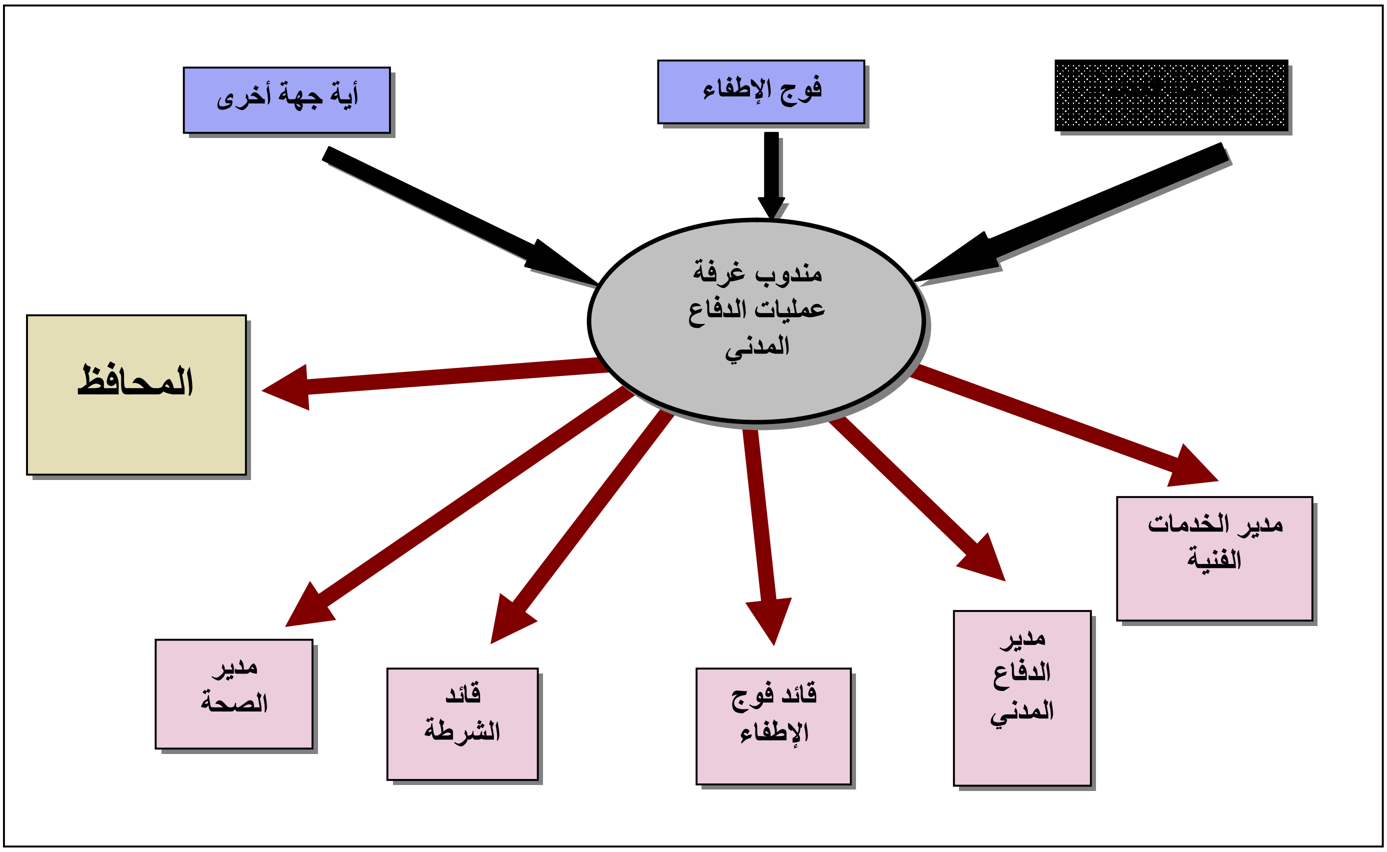
تتعلق هذه المرحلة بنشاطات مواجهة الكارثة وتخفيف آثارها، فعند بدء انهيار السد وبعد وصول الخبر عن طريق الشرطة المدنية أو فوج الإطفاء أو أي شخص أو جهة أخرى إلى غرفة عمليات الدفاع المدني يقوم مناوب غرفة عمليات الدفاع المدني بالاتصال بكل من:

- السيد المحافظ.
- مدير الدفاع المدني.
- قيادة الشرطة.
- ممثل المنطقة العسكرية.
- قائد فوج الإطفاء.
- مدير الصحة.
- مدير الخدمات الفنية.

تكون القيادة الميدانية لقائد فوج الإطفاء في المحافظة حتى وصول السيد المحافظ إلى مركز القيادة أو لموقع الكارثة ويقرر السيد المحافظ على ضوء المعلومات المتوفرة لديه استدعاء بقية أعضاء القيادة الفرعية والمنظمات غير الحكومية وطلب المساعدات من خارج المحافظة إذا تطلب الأمر ذلك بالإضافة إلى متابعة الحالة العامة في المناطق المتضررة لمحاولة أن تكون الأضرار في حدها الأدنى ، كذلك الإصابات والخسائر.

توزع المهام كل حسب اختصاصه فتعمل أفواج الإطفاء والدفاع المدني والجيش والخدمات الفنية على إغاثة المنكوبين وتأمين طرق بديلة لتنقل الآليات وسيارات الإسعاف وتأمين مناطق آمنة لإنشاء مشافي ميدانية لنقل المصابين والناجين إليها.

الشكل -٤٤- مراحل آلية التبليغ عند حدوث الكارثة



من إعداد الباحث

٣- مرحلة ما بعد الكارثة:

يتم في هذه المرحلة حصر الأضرار ورفع الأنقاض وجثث الضحايا درءاً لانتشار الأوبئة والأمراض والعمل على الاستعادة التدريجية للأداء الطبيعي البشري للمنطقة المنكوبة من خلال مواساة المواطنين عن طريق الإعلام وإدارة البلديات والمدن والمحافظات وتأمين أماكن مؤقتة لإقامتهم والعمل على استدراج معونات من الدول لإعادة تأهيل المنطقة المنكوبة وإعادة الإعمار والبناء، وبعد ذلك إعادة توطين المجموعات البشرية التي أدت الكارثة إلى تهجيرها.

إن العودة للوضع للطبيعي البشري قد تتطلب فترات طويلة جداً وميزانية كبيرة إضافة إلى التنسيق المستمر ومشاركة الجهات الخاصة والمجتمعات المحلية والجمعيات الأهلية والمنظمات الإنسانية لتأخذ مهامها في تشجيع المواطنين على إعادة إحياء المنطقة من جديد.

الخاتمة

النتائج والمقترحات

نتائج البحث:

- بيّن البحث أن تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تُشكل الأساس في دراسة المخاطر الطبيعية وتوفر الوقت والجهد والتكاليف.
- أكد البحث إمكانية التنبؤ بحركة المياه عند حدوث الفيضانات المختلفة.
- أوضح البحث إمكانية تحديد المساحات التي ستغمر نتيجة للفيضان ومعرفة نقاط الارتفاع الآمنة والمناطق التي لن تتعرض للغمر لتكون بمثابة مواقع هامة من أجل الإيواء والإخلاء إليها ،مما يتيح إمكانية التخطيط ورفع الجاهزية لمواجهة الكارثة قبل وعند وقوعها.
- أتاح لنا البحث إمكانية التعرف على الأضرار الناتجة عن الغمر المائي نتيجة الفيضان وسبل مواجهة وإدارة الكارثة بمختلف مراحلها (قبل وأثناء وما بعد الكارثة).

مقترحات البحث:

يقترح الباحث:

- بناء نظام معلومات جغرافية لكل المناطق السورية وفرز المناطق التي يمكن أن تتعرض لخطر الفيضان.
- إعداد دراسات تقيميه لواقع السدود تشمل كافة السدود في سورية.
- إنشاء نظام إنذار مُبكّر في جميع السدود يشتمل على أجهزة استشعار تُجري عدد من القياسات الهيدروستاتيكية ومركز رئيسي يقوم باستقبال وتجميع وتحليل هذه البيانات التي من خلالها نستطيع التنبؤ بحدوث خلل ما في بنية السد والاستجابة السريعة للحد من خطر الكارثة.
- تبني استراتيجيات مناسبة لمعالجة وضع المواقع المهددة بالغمر من قبل السلطات المعنية بهذا الموضوع.
- ضرورة إجراء حساب للسدود من حيث مدى قدرة تحملها للزلازل أي معرفة الشدة الزلزالية الأعلى التي يستطيع أن يتحملها كل سد.

- ضرورة الأخذ بعين الاعتبار رأي المجتمع المحلي حين اتخاذ قرار في إنشاء مشاريع مائية كالسدود مثلاً.
- ضرورة التعاون بين السلطات العامة والبلدية والمجتمعات المحلية والجمعيات الأهلية والمنظمات الإنسانية في مختلف مراحل إدارة الكوارث.
- ضرورة وضع وتطوير شروط من قبل السلطات المسؤولة ولاسيما وزارة الري تتعلق بإلزامية وجود دراسات تقيم الأثر البيئي لمشاريع السدود المستقبلية.

خلاصة البحث

إن هذا البحث يبقى عبارة عند دراسة علمية تلخص بالمجمل حالة النمذجة المائية لحالة انهيار افتراضي للسد أو الفيضان المائي للنهر نتيجة للأمطار الغزيرة ،أي عملية تنبؤ مستقبلي لحركة المياه في حالة حدوث الكارثة.

حيث تُشكّل هذه الدراسة نموذجاً أكاديمياً يمكن أن يُعتمد من قبل الجهات المعنية ومتخذي القرار باعتبارها جزءاً من منهجية علمية تُفيد في وضع الخطط المستقبلية لمواجهة هذه الكارثة عند وقوعها.

إن محدودية البحث وخصوصية النموذج الدراسي المأخوذ تحتم وجود ملاحظات، ولذلك سيكون من دواعي سرور الباحث إطلاع الأفراد والجهات المعنية على البحث وإبداء الملاحظات التي من شأنها الوصول إلى مرحلة أكثر واقعية في نمذجة هذه المخاطر.

فهرس الصور

فهرس الأشكال

فهرس الأشكال

فهرس الأشكال

فهرس الخرائط

فهرس الجداول

المراجع

المراجع العربية:

- الأطلس المناخي لسورية- مديرية المناخ - المديرية العامة للأرصاد الجوية -وزارة الدفاع- دمشق- ١٩٧٧.
- تقرير الأحداث الزلزالية لأعوام ٢٠٠٤-٢٠٠٥-٢٠٠٦- وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي- دمشق-٢٠٠٧.
- تقييم حساسية القطاع الزراعي لتغير المناخ وسياسات التكييف في سورية- نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية –برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٩.
- تقييم حساسية قطاع المناخ في سورية- نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية –برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-دمشق-٢٠٠٩.
- الجباوي، زياد. حرائق الغابات في سورية- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-اللاذقية-٢٠٠٧.
- دار التقنية الحديثة- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في بناء نموذج رياضي لانتشار الحريق- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي- اللاذقية-٢٠٠٧.
- رقية، محمد. كوكب الألغاز- مطبعة العجلوني- دمشق- ٢٠٠٨.
- رقية، محمد. كنيبر، أ.ل. الوضع البنيوي للمعقد الأفيوليتي في شمال غرب سورية-المجلة الجيولوجية السورية-المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية- العدد الثامن- دمشق-١٩٨٥.
- علي، محمد. مقدمة عن المصادر البيئية- منشورات اجتماع الخبراء التشاوري حول نظم الإنذار المبكر والكشف عن الحرائق في المناطق الحراجية- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي-اللاذقية-٢٠٠٧.
- كتيب الزلازل- وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي- دمشق- ٢٠٠٧.
- كتيب العواصف وموجات الثلج- وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي- دمشق-٢٠٠٧.

- كتيب الفيضانات والانهيارات الأرضية - وزارة الإدارة المحلية والبيئة- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي- دمشق-٢٠٠٧.
- مثبوت، شفا. تغيّر المناخ واستراتيجيات مكافحة التصحّر في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في القطر العربي السوري -أطروحة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - ٢٠٠٧.
- المعجم الجغرافي للقطر العربي السوري - مركز الدراسات العسكرية- المجلد الأول - دمشق- ١٩٩٠.
- ورشة عمل التغيرات المناخية في سورية - توصيات ومقترحات - الهيئة العامة لشؤون البيئة- وزارة الإدارة المحلية والبيئة- دمشق- ٢٠٠٦.

References:

- Ambraseys, Nicholas N. The earthquake of 1 January 1837-Annals of Geophysics-1997.
- Ambraseys, Nicholas N. The 12th century seismic paroxysm in the Middle East: a historical perspective-Annals of Geophysics-2004.
- D. Absher, Charles. K. McWhorter, John. Vicevich, Robert. Dam Breach Analysis for Urbanizing Basins- Georgia Water Resources- University of Georgia-Gorgia-2007.
- Heywood, Ian. Sarah, Cornelius. Carver, Steve. An Introduction to Geographical Information System-Pearason-UK-2006.
- Kraak, Mennojan. Ormeling, Ferjan. Cartography Visualization of Geospatial Data -Pearason-UK-2003.
- The Prediction of Flash Flood Caused by Dam Failure a Case Study at The Tha Dan Dam- Pakorn-Bangkok-2001.
- Transfer of Technology for Dam Break Modeling - Danish Hydraulic Institute- Water & Environment-India-1990.
- Pitman, Steve. GIS for Faster Analysis of Dam Break Flows- GIS in Water Resources- University of Texas -Texas-2003.
- Zagonjolli, Migena. Dam Break Modiling "Risk Assessment and Uncertainty Analysis for Flood Mitigation" -Taylor and Francis- Delft-2007.

مقالات وصفحات على الانترنيت:

- انهيار سد زيزون –موقع ملتقى المهندسين العرب.

http://www.arab-eng.org/vb/t26078.html

- أنواع السدود - مجلة ضاد العلمية.

http://www.dhadh.com/page.php?id=7269

- البيانات المائية - الموقع الخاص بوزارة الري.

http://www.irrigation.gov.sy/index.php?m=52

- الجيولوجيا الهندسية "جيولوجية السدود"- موقع اليمن.

http://www.al-yemen.org/vb/showthread.php?t=25876

- السدود - الموسوعة العلمية ويكبيديا.

http://en.wikipedia.org/wiki/Dam#By_size

- السدود - موقع كلمات.

http://www.kl28.com/books/showbook.php?bID=77&pNo=4#start

- السدود- موقع عمان نت.

http://www.omanet.om/arabic/economic/wat2.asp?cat=eco&subcat=eco7

- الوضع الراهن للموارد الطبيعية في سورية - الموقع الخاص بوزارة الإدارة المحلية والبيئة.

http://www.mlae-sy.org/nobcms/index.php?option=com_content&task=view&id=888&Itemid=1

الملاحق

الملحق -١- السدود المنفذة في سورية حسب الأحواض المائية

الجدول- ١٠-

السدود المنفذة في حوض دجلة والخابور حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة / ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
كريمة	الحسكة	١٩٠	٨٠٠	١١	٢٥٥	١٩٦٧	ري ١٠٥ هكتار
خربة الحجي	الحسكة	٠.٤٤	٢٩٠	٨	٨٣	١٩٦٧	سقاية مواشي
باب الحديد	الحسكة	٢٣	٣٢٠٠	٢٢	٦١٠	١٩٧٣	ري ٢٢٥٠ هكتار
الجوادية	الحسكة	٨	١٨٢٠	١٧	٧٣٣	١٩٧٤	ري ٦٠٠ هكتار
الجراحي	الحسكة	١٩.٥	٢٠٥٠	٣٠	٦٧٥	١٩٨٠	ري ١٩٠٠ هكتار
معشوق	الحسكة	٢.٥	٤٠٨٠	١٨.٥	٦٥٦	١٩٨٠	ري ٢٢٠ هكتار
المنصورة	الحسكة	٣.٥	٧٢٦	١٧	١٥٣٢	١٩٨٣	ري ٣٥٠ هكتار
السفان	الحسكة	٥٠	٤٠٧٥	٣٥	٥١٢	١٩٨٣	ري ٢٠٠٠ هكتار
الحاكمية	الحسكة	٧.٥	١٣٥٠	٢٢	١٥٠٠	١٩٨٤	ري ٦٠٠ هكتار
7نيسان	الحسكة	٩١	١٠٢٠٠	٣١	٢٨٦٠	١٩٩٠	ري ٤٨٠٠٠ هكتار
8آذار	الحسكة	٢٣٣	٣١٠٠٠	٢٦	٩٣٧٠	١٩٩٠	تخزيني
الخابور	الحسكة	٦٠٥	٩٢٥٠٠	٢٦	٤٨٠٠	٢٠٠١	ري ٥٠٠٠٠ هكتار

مجموع التخزين الإجمالي في حوض دجلة والخابور (١٠٤٥.٣٤) مليون م٣

المجموع : (١٢) سداً

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الجدول- ١١-

السدود المنفذة في حوض الفرات وحلب حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة / ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
الفرات	الرقة	١٤١٦٣	٦٤٠٠٠٠	٦٠	٤٥٠٠	١٩٧٨	ري+ توليد الطاقة
البعث	الرقة	٩٠	٦٦٥٠٠	١٤	٢٦٥٠	١٩٨٩	تنظيمي+ توليد الطاقة
تشرين	حلب	١٨٨٣	١٦٦٠٠٠	٤٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	توليد الطاقة

مجموع التخزين الإجمالي في حوض الفرات وحلب (١٦١٣٦) مليون م٣

المجموع : (٣) سدود

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الجدول- ١٢-

السدود المنفذة في حوض البادية حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة /ألف م٣	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
سليم	حمص	٠.٧٠	٧٥	١١	٥١٧	١٩٦٧	سقاية مواشي
ريشة	دمشق	١.٧٥	٣٠٠	٦	١٩٠	١٩٦٧	سقاية المواشي
زكاكية	حمص	٠.١٢	٢٩٠	١٢	١٠٠	١٩٦٧	سقاية مواشي
جباب شقرا	حمص	٠.٩٨	٢٤٨	١٤	١٨٤	١٩٦٨	سقاية مواشي
الوادي الكبير	حمص	٠.٥٢	٢٠٠	١٠	٣١٢	١٩٦٨	سقاية مواشي
الولج	حمص	٠.٠١	٢٠	٤	٣٦٠	١٩٦٨	سقاية مواشي
أبو الفياض القديم	حماه	١.١	٢٥٤	١٤	١٣٨	١٩٦٨	سقاية المواشي
الوعر	دير الزور	٣.٣٥	٨٠٥	١٢.٥	٢١٤	١٩٦٨	سقاية المواشي
أبو الكهف	الرقة	٠.٦٢	٣٩٠	٩	١٩٥	١٩٦٨	سقاية المواشي
العزيب	حماه	٠.٩٣	٢١٢	١٢	١٩٨	١٩٦٩	محطة تجريب
المربعة	حمص	٣.٢	١١٥٠	١٠	٤٢٠	١٩٧٠	سقاية مواشي
القريتين	حمص	٥	٥٠٠	١٣	٣٦٠	١٩٧٠	سقاية مواشي
خان المنقورة	دمشق	٠.٢٧	١٣٠	٩	٢١٢	١٩٧١	سقاية المواشي
العلباوي	حماه	١.٤	٣٠٠٠	١٣.٥	٥٢١	١٩٧١	سقاية المواشي
وادي الروم	دير الزور	١.٦	٥٦٠	١٠	٣٨٥	١٩٨٠	درء الفيضان
الخشابية	حماه	٩.٩٦	٢٧٥٠	١٤	٢٦٨	١٩٨٣	سقاية المواشي
الباردة	حمص	٢	-	-	-	١٩٨٤	سقاية المواشي
السعن	حماه	١	٣٢٠	٩	٦٨٤	١٩٨٦	شرب
وادي أبيض	حمص	٥	٩١٠	١٧	٧٦٣	١٩٨٧	شرب
أبو قلة	حمص	٢	٩١٠٠	١٤	٣٢٩	١٩٨٨	شرب + سقاية المواشي
حلف الأيوبي	دير الزور	٠.٧٦	١٩٠٠	٧	٢٣٣	١٩٨٩	درء فيضان+ سقاية المواشي
وادي البقر	دير الزور	١.٥	٥٢٣	١٠	٤١٠	١٩٨٩	شرب+ سقاية المواشي
أبو الفياض ٢	حماه	١.٣٦	٤٦٨٠	١٢	٥٣٠	١٩٨٩	شرب + سقاية مواشي
الشيخ هلال	حماه	٠.٧	٢٨٨	٩.٤	٦٠٣	١٩٨٩	شرب + سقاية مواشي
الحفر	حمص	٠.٣٥	١١٤	٩.٨	١٠١٣	١٩٩١	ترشيحي
الكضيم	حماه	٢.٣٥	٦٩٠	١٣	٣٤٨	١٩٩٣	ري + درء فيضان
الحسيات	حماه	١.٦	٣٣٥	١٤.٥	٧٢٤	١٩٩١	شرب + سقاية مواشي

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة /ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
المخرم	حمص	١.١٨	٣٥٧	١١	٦٧٨	١٩٦١	ري+ ترشيحي
المعيزلية	دير الزور	١٠	١٤٠٠٠	١٦	٨١٢	١٩٩٢	ري+ مواشي
أرك	حمص	٠.٨٣	٢١٠	١٢.٥	٤٠٦	١٩٩٢	ري + سقاية مواشي
النعامية	حمص	٠.٢٤	١١٠	٨	٢٦٤	١٩٩٣	ترشيحي + درء فيضان
تدمر	حمص	٠.٨	٤٧١	٨	١٣٨	١٩٩٣	درء فيضان
سوحا	حمص	٠.٣٩	١٥٠	١٠	٣٤٢	١٩٩٣	ترشيحي
تل جديد	حماه	٠.٣٩	١٢٧	١٠.٥	٥٦٠	١٩٩٣	ترشيحي
وادي الروم	دير الزور	١.٦	٥٦٠	١٠	٣٨٥	١٩٨٠	درء الفيضان
صدد	حمص	٢.٧٨	٧٢٥	١٤	٤٥٥	١٩٩٦	سقاية مواشي
مشيرفة المويلح	حماه	٠.٨٥	٣٢٤	١٠	١.٥٢	١٩٩٧	ري+ سقاية المواشي
الفرقلس	حمص	٢	١٣٠	١٣	٤٦٦	١٩٩٧	متعدد الأغراض

التخزين الإجمالي بحوض البادية (٦٩.٥٩) مليون م٣

المجموع : (٣٧) سداً

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الجدول- ١٣-

السدود المنفذة في حوض العاصي حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة/ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
قطينة	حمص	٢٠٠	٦٠٠٠٠	٧	١١٢٠	١٩٣٩	ري ٦٠٠٠ هكتار
الرستن	حمص	٢٢٨	٢١٠٠٠	٦٧	٣٨٢	١٩٦٠	ري + توليد طاقة
محردة	حماه	٦٧	٤٥٠٠	٤١	٢٢٨	١٩٦٠	ري + توليد طاقة
مسكنة	حمص	٠.٩٦	٩	١٢	٢٥٠	١٩٦٤	درء فيضان
الزعفرانة	حمص	٠.٢٣	٩٠	٩	٢٤٠	١٩٦٦	ري ٥٠ هكتار
المخانة	حمص	٠.٥	١٨٥	٩	٣٦٠	١٩٦٦	ري ٨٠ هكتار
السنديانة	حمص	٠.٣٦	٩٠	١٢	١٦٠	١٩٦٧	ري ٦٠ هكتار
خربة الحمام	حمص	١.١٥	١٨٥٠	١٥	٢١٤	١٩٦٧	ري ١٠٠ هكتار
المباركات	حماه	٠.٩٣	١٢	٨	١٨٠	١٩٦٧	سقاية مواشي
تليل	حمص	٠.٨٢	٢٠٧	١٤	٣٣٥	١٩٦٨	ري ٤٠ هكتار
الشنداقية	حمص	١.٢٥	٢٦٢	١٢	٢٦٢	١٩٦٨	ري ١٠٠ هكتار
السريحين	حماه	٢٠٠	٦٠٠٠٠	٧	١١٢٠	١٩٣٩	سقاية مواشي
اللطامنة	حماه	٢٢٨	٢١٠٠٠	٦٧	٣٨٢	١٩٦٠	سقاية مواشي
شهبا	حلب	٦٧	٤٥٠٠	٤١	٢٢٨	١٩٦٠	ري + درء فيضان
معرة النعمان	إدلب	٠.٩٦	٩	١٢	٢٥٠	١٩٦٤	سقاية المواشي

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة/ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
خان شيخون	إدلب	٠.٢٦	٩٥	١١	٢١٦	١٩٦٨	سقاية المواشي
الكافات	حماه	١.٥	٣٥٠٠	١٤	٣٨٠	١٩٦٩	سقاية مواشي
مصياف	حماه	٠.١١	٣٥٠	١٤	١٥٧	١٩٦٩	سقاية مواشي
أم جلود	حلب	٣.٥	٤٦٢	١٤	٤٣٢	١٩٦٩	سقاية مواشي
هبيط	إدلب	٠.٤٨	١١٥	١٧.٥	١٠١	١٩٦٩	سقاية المواشي
تلكلخ	حمص	٠.٢٩	٩٠٠	١٠	٢٧٠	١٩٧٠	ري ٦٠ هكتار
البارودية	حمص	٠.٣١	٨٦٠	١٣.٥	٢٦٢	١٩٧٣	ري ٤٠ هكتار
تلدو	حمص	١٥	١٦٥٠	٢٢	١٧٦٩	١٩٧٥	ري ٢٢٠٠ هكتار
الدلابوز	حمص	١.٣٣	٢٧٨	١٧	٥٠٠	١٩٧٨	ري ١٢٠ هكتار
رام العنز	حمص	٠.٢٧	٢٧٠	٤	٥٤٨	١٩٧٨	ري ٧٠ هكتار
تنونة	حمص	٢.٦	٤٦٣	٢٠	٨٥٥	١٩٨٠	ري ٢٥٠ هكتار
راجو	حلب	١٥	١٥٠٠	٣٠	٣٤٥	١٩٨١	ترشيحي
الغسانية	حماه	٣.١	١٠٩٠	١٠	٧٤٥	١٩٨٧	درء فيضان
أبو بعرة	حماه	٨	٦٠٠	٢٧.٥	١٥٠	١٩٨٧	درء فيضان
كفر روحين	إدلب	٢	١٥٠	٢٤	١٥٠	١٩٩١	ترشيحي + درء فيضان
رابية الشيخ	حماه	١٥	٢٢٥٠	١٨	٣٧٠	١٩٩١	درء فيضان
نبل	إدلب	٠.٣٥	٩٤	١٢	٢٢٦	١٩٩٢	درء فيضان
سلحب	حماه	٨	٣٢٦٠	١٤.٥	١٤٠٥	١٩٩٢	ري
قسطون	حماه	٢٧	٣٥٠٠	٢٠	١٨٥٠	١٩٩٢	ري ٤٤٠٠ هكتار
تل التوت	حماه	٢.٤	٤٨٠	١٢.٤	٥٨٠	١٩٩٤	ترشيحي
الدويسات	إدلب	٣.٥	٣٢٨	٣٤	٣٠٠	١٩٩٥	ري ٣٠٠ هكتار
العقرق	إدلب	٠.٦	٨٦	٢٢	٢٠٠	١٩٩٥	تغذية المياه الجوفية
أفاميا / ١/	حماه	٢٧.٥٤	١٨٧٠	٤٦.٣١	٤٤٣	١٩٩٨	ري منطقة أفاميا
خزان البالعة	إدلب	١٤.٥	١٥٠٠	١٠	٥٠١١	٢٠٠١	ري الروج ١٠٠٠٠ هكتار
17نيسان	حلب	١٩٠	١١٢٠٠	٧٣	٩٨٣	٢٠٠٤	ري
زيتا	حمص	٨٠	٤٥٠٠	٣٥	٥٢٤٣	٢٠٠٤	شرب
الساجور	حلب	١٠	٢٣٠٠	٢٠	٧٠٠	٢٠٠٦	ري الروج

التخزين الإجمالي بحوض العاصي (٩٤٧.٧٢) مليون م٣

المجموع : (٤٢) سداً

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الجدول- ١٤-

السدود المنفذة في حوض الساحل حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة/ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
الجوزية	اللاذقية	٠.٥٥	١٣٦	١٠	١٠	١٩٦٧	ري ٧٥ هكتار
كرسانة	اللاذقية	٠.٣٩	٢٩	١٥	٢٤١	١٩٦٨	ري ٤٠ هكتار
بيت القصير	اللاذقية	٠.٧٣	١٧٧	١٨	٢٢٦	١٩٦٩	ري ٤٠ هكتار
خربة الجوزية	اللاذقية	١.٣٧	١٩٦	٢٠	٢٣٤	١٩٦٩	ري ١٥٠ هكتار
الحفة	اللاذقية	٢.٧	١٦٠	٣٣.٥	١٠٢	١٩٧٥	شرب
القنجرة	اللاذقية	٠.٧٧	١٤٥	١٦.٤	٢١٠	١٩٧٧	ري ١٥٠ هكتار
بللوران	اللاذقية	١٥.٥	١١٢٥	٣٢	٣٣٠	١٩٧٧	ري ١٢٥٠ هكتار
كفر دبيل	اللاذقية	١.٥	١٣٨	٢٣	٢٢٠	١٩٨٢	ري ١٠٠ هكتار
الكبير الشمالي	اللاذقية	٢١٥	١١٢٠٠	٥٢	٩١٥	١٩٨٥	ري ١٤١٣٠ هكتار
خليفة	طرطوس	٣.٥	٦٨٥	١٦	٨٩٠	١٩٨٥	ري ٧٠٠ هكتار
الحويز	اللاذقية	١٢	٩٥٠	٣٥	٣٠٢	١٩٨٦	ري ٤٠٠ هكتار
صلاح الدين	اللاذقية	١٠	٩٠٠	٤١	٦٠٠	١٩٨٦	ري ١١١٠ هكتار
بيت ريحان	اللاذقية	٦	٧٠٠	٣٤	٤٨٠	١٩٨٧	ري ٢٥٠ هكتار
بحمرا	اللاذقية	٢.١٣	٢٠٥	٢٧	٥٠٠	١٩٩٢	ري + شرب
الثورة	اللاذقية	٩٨	٣٦٥٠	٧٦.٤٥	١١٠٠	١٩٩٦	ري ٩٦٠٠ هكتار
تل حوش	طرطوس	٥٦.٠٨	٣٠٠٠	٤٧.٥	٨٤٤	١٩٩٩	ري ٦٨٢٠ هكتار
الشهيد باسل الأسد	طرطوس	١٠٣	٦٩٠٠	٥٠	٧٣٣	٢٠٠٠	ري ١٠١٦٠ هكتار
المزينة	طرطوس	١٩.٢	٩٦٠	٥٨	٦٩٦	٢٠٠٣	ري ٦٨٢٠ هكتار
الصوراني	طرطوس	٤.٥	٣٤٠	٤٠.٣	٢٤٠	٢٠٠٤	ري وشرب

مجموع التخزين الإجمالي في حوض الساحل (٥٥٢.٩٢) مليون م٣

المجموع (١٩) سداً

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الجدول- ١٥-

السدود المنفذة في حوض بردى والأعوج حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة/ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
الضمير	دمشق	٢.١٥	٦٥٠	١٥.٥	٢١٥	١٩٦٦	مواشي + فيضان
وادي القرن	دمشق	١.٧	٤٩٠	١٥	١٦٠	١٩٦٩	سياحة + ري
القطيفة	دمشق	٠.٥٠٢	٧٩.٤	١٨	١٦٠	١٩٦٩	سقاية مواشي
القلمون	دمشق	١.٦٣	٤٣٠	١٥	١٦٠	١٩٦٩	ترشيحي
غربي قارة	دمشق	٠.٨	٨٠	١٥	٣٤٠	١٩٨٠	ترشيحي
دير عطية	دمشق	١.٥	٣٠٠	١١.٥	١٤٦	١٩٨٠	ترشيحي

التخزين الإجمالي في حوض بردى والأعوج (٨.٢٨٢) مليون م٣

المجموع : (٦) سدود

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الجدول- ١٦-

السدود المنفذة في حوض اليرموك حتى عام ٢٠٠٦

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة/ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
رساس	السويداء	٠.٠٣	٩٠	٨	٥٦	١٩٦٤	شرب
العين	السويداء	١.٣٥	٤٥٧	٧.٥	٣٦٠	١٩٦٥	شرب
خازمة	السويداء	٠.٢٥	٥٦	٨	١٧٠	١٩٦٥	سقاية المواشي
المتاعية	درعا	١	١٣٥	٧.٥	١٠٠	١٩٦٧	سقاية المواشي
غدير الصوف	درعا	٠.١٦	١٥٠٠	٧	٢٠٠	١٩٦٨	سقاية المواشي
قيصما	السويداء	٠.٠١	٤٠	٨	٧٠	١٩٦٨	سقاية المواشي
الأصلحة	السويداء	٠.٠٤	١٠	١٠	٩٣	١٩٦٨	سقاية المواشي
عتمان	درعا	٠.٦٥	٨٠٠	٩	١١٥	١٩٩٨	سقاية المواشي
درعا الشرقي	درعا	١٥	١٣٦٥٠	٣٥	٢٠٨	١٩٧٠	ري ١١٠٠ هكتار
ابطع الكبير	درعا	٣.٥	٩٥٠	١٤	٦٠٨	١٩٧٢	ري ٥٠٠ هكتار
ابطع الصغير	درعا	٠.٥	٢٠٠	١٠	٥٠٠	١٩٧٢	ري
روم جويلين	السويداء	٦.٤	٥٤٢	١٨	٦٣١	١٩٧٧	شرب + أسماك
جبل العرب	السويداء	١٩.٥	٢٦٠٠	٢٠	٧٠٠	١٩٧٨	شرب
سهوة البلاطة	السويداء	١	١٥٠٠	١٥	٨١٥	١٩٧٩	ري بالرش ٨٠ هكتار
جبران	السويداء	١.٩٥	٢١٠	٢٤.٥	١٨٥	١٩٨٠	شرب
المشنف	السويداء	١.٢١	٢٠٠	١٨.٢	٣٤٠	١٩٨٠	شرب
الهجة	القنيطرة	٠.٨٥	٣٧٥	٨.٥	٤٧١	١٩٨٢	ري ٨٠ هكتار
تعلية رويحينة	القنيطرة	١	٥٢٤	١٠.٧	٨١٠	١٩٨٢	ري + أسماك
الغارية الشرقية	درعا	٥	١٢٥	١٢	١٢٠٠	١٩٨٢	ري ٢٥٠ هكتار

اسم السد	المحافظة	التخزين / م.م٣	البحيرة/ألف م٢	الارتفاع / م	الطول / م	عام الإنجاز	الهدف
الشيخ مسكين	درعا	١٥	٣٢٢٠	١٧	١٦٤٠	١٩٨٢	ري ١١٠٠ هكتار
غربي طفس	درعا	٢.١	٤٩٥	١٦	٦٥٠	١٩٨٢	ري ٣٠٠ هكتار
تسيل	درعا	٦.٦٥	١٣٣٣٠	١٧.٥	١٤٥٥	١٩٨٢	ري ٧٠٠ هكتار
الزلف	السويداء	٩.٦	٣٣٥٠	١٣.٥	٢٧٢	١٩٨٥	ري + سقاية المواشي
سهوة الخضر	السويداء	٨.٧٥	١٤٥٠	١٠	٨٥٢	١٩٨٦	تربية أبقار
شهبا	السويداء	٢	٥٢٥٠	١٠	٩٧٥	١٩٨٦	شرب
عدوان	درعا	٥.٨٥	١٤٧٥	١٦	١٢٠٠	١٩٨٦	ري ٧٠٠ هكتار
غدير البستان	القنيطرة	١٢	١٥٧٥	٢٥	٢٢٨٩	١٩٨٧	ري ٩٥٠ هكتار
بريقة	القنيطرة	١.١	٢٨٠	١٣	٧٨٥	١٩٨٧	ري + شرب
جويلين	السويداء	٠.٥	٥٠	٢٧	١١٢	١٩٨٧	شرب
الغيضة	السويداء	٢	١٠٩	١٣	٢٥٠	١٩٨٧	شرب
الطيبة	السويداء	٢	٣٠٠	٢٢	٥٠٠	١٩٨٩	شرب
البطم	درعا	٢.١	٥٨٨	١٢	٩٦٨	١٩٨٩	ري + سقاية المواشي
عابدين	درعا	٥.٥	١٢٧٢	١٤	٢١٦٤	١٩٨٩	ري + سقاية المواشي
العلان	درعا	٥	١٢٢٠	١٢	٢٠٠٠	١٩٩٠	ري ٥٣٠ هكتار
صلخد	السويداء	٠.٥٥	٦٥	١٠	٥٥٧	١٩٩١	شرب
القنوات	السويداء	٦.١	٦٨٠	١٧	١٠٨٠	١٩٨٩	شرب
جسر الرقاد	درعا	٩.٢	١٤٥٠	٢٣	٢٨٨٤	١٩٩٤	ري ١٨٠٠ هكتار
كودنة	القنيطرة	٦٠	٣١٨٠	٢٩	٢٩٩٠	١٩٩٥	ري ٢٥٠٠ هكتار
سحم الجولان	درعا	٢٠	٢٦٠٠	٢٩	٣٢٥٩	١٩٩٥	ري
الرحا	السويداء	٠.٣٥	٥٠	٢٠	٣٥٠	١٩٩٧	شرب
المشنف الجنوبي	السويداء	٠.٤٥	١١٦	١٠	٧٥٠	٢٠٠٢	شرب

التخزين الإجمالي (٢٠٦.٢) مليون م٣

المجموع : (٤١) سداً

المصدر: وزارة الري- مديرية الموارد المائية

الملحق -٢- شكل الجريان المائي لعدد من المقاطع العرضية وحسب الفواصل الزمنية

- Cross Section : اسم المقطع(يدل اسم المقطع عن البعد عن نقطة المصب)
- Date: التاريخ
- Time: الفاصل الزمني
- Q Total: الغزارة المائية م٣/ثا
- W.S.Elev: مستوى ارتفاع المياه عن سطح البحر
- Volume: حجم المياه ألف م٣
- Vel Chnl: سرعة المياه م/ثا
- Flow Area: مساحة التدفق
- Top Width: العرض
- Hydr Depth: العمق المائي

الجدول- ١٧-

البيانات المائية للمقطع رقم ١٥٧٤٢.٠٣

Cross Section	Date	Time (hh:mm)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)
15742.03	Max WS		4475.67	101.13	29914.29	10.12	490.09	175.26	3.78
15742.03	29-Dec-08	0:10:00	16.35	97.88	4215.17	0.19	84.59	74.32	1.14
15742.03	29-Dec-08	0:20:00	133.57	97.13	4220.03	3.57	37.43	50.99	0.73
15742.03	29-Dec-08	0:30:00	342.73	97.75	4348.51	4.56	75.18	70.28	1.07
15742.03	29-Dec-08	0:40:00	660.25	98.34	4655.51	5.41	122.11	88.61	1.38
15742.03	29-Dec-08	0:50:00	1145.84	98.95	5233.65	6.38	181.6	107.46	1.84
15742.03	29-Dec-08	1:00:00	1820.54	99.58	6189.21	7.4	255.12	126.94	2.35
15742.03	29-Dec-08	1:10:00	2818.97	100.28	7702.45	8.54	352.29	148.83	2.93
15742.03	29-Dec-08	1:20:00	3665.09	100.74	9698.78	9.4	424.83	163.28	3.39
15742.03	29-Dec-08	1:30:00	4253.32	101.03	12031.73	9.92	472.93	172.19	3.68
15742.03	29-Dec-08	1:40:00	4475.67	101.13	14506.63	10.12	490.09	175.26	3.78
15742.03	29-Dec-08	1:50:00	4393.78	101.09	16907.82	10.05	483.7	174.12	3.74
15742.03	29-Dec-08	2:00:00	3752.36	100.79	18944.72	9.48	432.02	164.64	3.44
15742.03	29-Dec-08	2:10:00	3103.06	100.45	20630.3	8.83	377.58	154.02	3.09
15742.03	29-Dec-08	2:20:00	3118.52	100.46	22305.79	8.85	378.9	154.29	3.1
15742.03	29-Dec-08	2:30:00	2466.15	100.06	23479.74	8.15	319.94	141.92	2.72
15742.03	29-Dec-08	2:40:00	2001.52	99.72	24205.63	7.63	273.62	131.39	2.46
15742.03	29-Dec-08	2:50:00	1668.54	99.45	24478.67	7.2	239.01	122.94	2.24
15742.03	29-Dec-08	3:00:00	1418.01	99.22	24316.94	6.83	212.07	115.93	2.06
15742.03	29-Dec-08	3:10:00	1154.22	98.95	23749.47	6.4	182.32	107.67	1.85
15742.03	29-Dec-08	3:20:00	956.63	98.73	22878.41	6.04	158.95	100.7	1.66
15742.03	29-Dec-08	3:30:00	799.01	98.54	21805.32	5.71	139.9	94.64	1.5
15742.03	29-Dec-08	3:40:00	664.81	98.34	20614.38	5.44	122.19	88.64	1.38
15742.03	29-Dec-08	3:50:00	549.58	98.16	19362.73	5.17	106.22	82.86	1.28
15742.03	29-Dec-08	4:00:00	464.36	98	18102.61	4.94	94	78.15	1.2
15742.03	29-Dec-08	4:10:00	401.11	97.88	16869.79	4.75	84.43	74.25	1.14
15742.03	29-Dec-08	4:20:00	319.98	97.7	15673.04	4.47	71.6	68.68	1.04

Cross Section	Date	Time (hh:mm)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)
15742.03	29-Dec-08	4:30:00	267.57	97.57	14541.07	4.26	62.77	64.56	0.97
15742.03	29-Dec-08	4:40:00	230.25	97.46	13488.78	4.1	56.17	61.31	0.92
15742.03	29-Dec-08	4:50:00	203.29	97.38	12517.02	3.95	51.44	58.87	0.87
15742.03	29-Dec-08	5:00:00	179.73	97.3	11638.65	3.83	46.91	56.43	0.83
15742.03	29-Dec-08	5:10:00	165.24	97.25	10843.05	3.77	43.83	54.71	0.8
15742.03	29-Dec-08	5:20:00	149.57	97.19	10130.92	3.68	40.7	52.9	0.77
15742.03	29-Dec-08	5:30:00	136.38	97.14	9502.07	3.58	38.12	51.41	0.74
15742.03	29-Dec-08	5:40:00	119.48	97.08	8935.56	3.43	34.82	49.34	0.71
15742.03	29-Dec-08	5:50:00	102.18	96.99	8416.7	3.31	30.84	46.73	0.66
15742.03	29-Dec-08	6:00:00	85.07	96.9	7951.6	3.19	26.63	43.8	0.61
15742.03	29-Dec-08	6:10:00	72.68	96.83	7529.6	3.06	23.77	41.7	0.57
15742.03	29-Dec-08	6:20:00	63.06	96.78	7143.28	2.91	21.68	40.11	0.54
15742.03	29-Dec-08	6:30:00	56.05	96.74	6790.07	2.78	20.2	38.94	0.52
15742.03	29-Dec-08	6:40:00	50.56	96.7	6470.94	2.76	18.34	37.43	0.49
15742.03	29-Dec-08	6:50:00	46.2	96.66	6181.51	2.73	16.91	36.23	0.47
15742.03	29-Dec-08	7:00:00	42.42	96.62	5916.02	2.7	15.71	35.19	0.45
15742.03	29-Dec-08	7:10:00	39.86	96.6	5673.44	2.67	14.93	34.49	0.43
15742.03	29-Dec-08	7:20:00	36.86	96.57	5451.62	2.63	14.02	33.67	0.42
15742.03	29-Dec-08	7:30:00	35.06	96.56	5250.14	2.6	13.48	33.17	0.41
15742.03	29-Dec-08	7:40:00	33.84	96.55	5066.04	2.58	13.13	32.84	0.4
15742.03	29-Dec-08	7:50:00	32.4	96.53	4898.77	2.55	12.71	32.44	0.39
15742.03	29-Dec-08	8:00:00	30.91	96.52	4743.91	2.51	12.29	32.03	0.38
15742.03	29-Dec-08	8:10:00	30.08	96.51	4601.26	2.49	12.06	31.81	0.38
15742.03	29-Dec-08	8:20:00	29.17	96.51	4470.52	2.47	11.81	31.56	0.37
15742.03	29-Dec-08	8:30:00	28.04	96.5	4351.13	2.44	11.49	31.25	0.37
15742.03	29-Dec-08	8:40:00	27.43	96.49	4241.27	2.42	11.33	31.09	0.36
15742.03	29-Dec-08	8:50:00	26.56	96.48	4139.74	2.4	11.08	30.84	0.36
15742.03	29-Dec-08	9:00:00	25.92	96.48	4046.45	2.37	10.92	30.67	0.36
15742.03	29-Dec-08	9:10:00	25.31	96.47	3962.22	2.35	10.76	30.51	0.35
15742.03	29-Dec-08	9:20:00	24.73	96.47	3884.92	2.33	10.6	30.35	0.35
15742.03	29-Dec-08	9:30:00	24.19	96.46	3813.37	2.31	10.46	30.21	0.35
15742.03	29-Dec-08	9:40:00	23.66	96.46	3746.74	2.29	10.32	30.07	0.34
15742.03	29-Dec-08	9:50:00	23.16	96.45	3684.7	2.27	10.19	29.93	0.34
15742.03	29-Dec-08	10:00:00	22.67	96.45	3627.15	2.25	10.07	29.8	0.34
15742.03	29-Dec-08	10:10:00	22.19	96.45	3573.32	2.23	9.95	29.68	0.34
15742.03	29-Dec-08	10:20:00	21.73	96.44	3523.14	2.21	9.82	29.55	0.33
15742.03	29-Dec-08	10:30:00	21.36	96.44	3475.94	2.2	9.71	29.43	0.33
15742.03	29-Dec-08	10:40:00	20.9	96.43	3432.28	2.2	9.48	29.19	0.32
15742.03	29-Dec-08	10:50:00	20.36	96.42	3391.66	2.21	9.23	28.91	0.32
15742.03	29-Dec-08	11:00:00	19.93	96.41	3354.01	2.21	9.03	28.71	0.31
15742.03	29-Dec-08	11:10:00	19.51	96.41	3319.09	2.21	8.82	28.47	0.31
15742.03	29-Dec-08	11:20:00	19.09	96.4	3286.72	2.22	8.61	28.24	0.3
15742.03	29-Dec-08	11:30:00	18.75	96.39	3256.23	2.22	8.44	28.05	0.3
15742.03	29-Dec-08	11:40:00	18.24	96.38	3227.01	2.23	8.19	27.78	0.29
15742.03	29-Dec-08	11:50:00	17.83	96.38	3199.16	2.23	7.99	27.55	0.29
15742.03	29-Dec-08	12:00:00	16.7	96.36	3171.54	2.24	7.45	26.94	0.28

الجدول- ١٨-

البيانات المائية للمقطع رقم ١٠٩٨٧.٧٠

Cross Section	Date	Time (hh:mm)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)
10987.70	Max WS		4093.4	50.93	23897.38	2.71	1545.73	382.46	4.94
10987.70	29-Dec-08	0:10:00	101.18	46.66	3804.14	1.65	61.76	94.16	0.67
10987.70	29-Dec-08	0:20:00	97.79	46.64	3797.84	1.62	60.65	93.35	0.67
10987.70	29-Dec-08	0:30:00	95.29	46.64	3796.82	1.6	59.83	92.76	0.66
10987.70	29-Dec-08	0:40:00	106.98	46.68	3807.79	1.69	63.63	100.78	0.68
10987.70	29-Dec-08	0:50:00	175.83	46.89	3862.7	1.92	111.02	315.23	0.9
10987.70	29-Dec-08	1:00:00	401.33	47.26	4046.75	2.18	232.97	334.95	1.27
10987.70	29-Dec-08	1:10:00	916.92	47.93	4510.29	2.29	460.35	343.2	1.94
10987.70	29-Dec-08	1:20:00	1738.14	48.86	5418.6	2.38	786.22	354.69	2.87
10987.70	29-Dec-08	1:30:00	2680.64	49.77	6842	2.51	1112.03	366.37	3.78
10987.70	29-Dec-08	1:40:00	3489.89	50.43	8737.81	2.64	1359.6	375.2	4.44
10987.70	29-Dec-08	1:50:00	3999.44	50.82	10903.61	2.72	1506.76	380.95	4.83
10987.70	29-Dec-08	2:00:00	4093.4	50.93	13147.61	2.71	1545.73	382.46	4.94
10987.70	29-Dec-08	2:10:00	3846.48	50.8	15287.56	2.63	1497.35	380.59	4.81
10987.70	29-Dec-08	2:20:00	3544.55	50.61	17221.59	2.56	1425.01	377.77	4.62
10987.70	29-Dec-08	2:30:00	3201.62	50.37	18846.35	2.47	1335.95	374.27	4.38
10987.70	29-Dec-08	2:40:00	2811.57	50.08	20072.26	2.37	1228.25	370.46	4.09
10987.70	29-Dec-08	2:50:00	2422.36	49.77	20811.05	2.27	1111.47	366.35	3.77
10987.70	29-Dec-08	3:00:00	2073.35	49.45	21053.03	2.19	996.21	362.25	3.46
10987.70	29-Dec-08	3:10:00	1765.61	49.14	20864.81	2.12	885.64	358.26	3.15
10987.70	29-Dec-08	3:20:00	1500.45	48.85	20329.57	2.06	782.12	354.55	2.86
10987.70	29-Dec-08	3:30:00	1273.31	48.58	19549.79	2.03	686.61	351.2	2.59
10987.70	29-Dec-08	3:40:00	1079.81	48.33	18615.35	2	599.53	348.14	2.34
10987.70	29-Dec-08	3:50:00	914.26	48.1	17588.92	1.99	520.79	345.35	2.11
10987.70	29-Dec-08	4:00:00	774.63	47.9	16520.88	1.99	450.31	342.84	1.91
10987.70	29-Dec-08	4:10:00	661.63	47.73	15448.37	1.99	391.14	340.72	1.74
10987.70	29-Dec-08	4:20:00	566.98	47.58	14404.45	2.01	339.98	338.87	1.59
10987.70	29-Dec-08	4:30:00	487.38	47.45	13408.31	2.02	296.39	337.29	1.46
10987.70	29-Dec-08	4:40:00	418.05	47.33	12471.82	2.03	257	335.85	1.34
10987.70	29-Dec-08	4:50:00	359.68	47.24	11596.95	2.02	225.63	334.42	1.25
10987.70	29-Dec-08	5:00:00	311.6	47.15	10799.73	2.03	196.57	332.32	1.16
10987.70	29-Dec-08	5:10:00	272.28	47.07	10069.91	2.03	171.72	330.51	1.08
10987.70	29-Dec-08	5:20:00	239.8	47.01	9412.86	2.02	151.52	329.04	1.02
10987.70	29-Dec-08	5:30:00	212.79	46.96	8830.87	1.99	135.1	327.83	0.97
10987.70	29-Dec-08	5:40:00	191.41	46.93	8308.43	1.93	122.78	322.59	0.93
10987.70	29-Dec-08	5:50:00	172.54	46.88	7832.68	1.9	109.48	314.25	0.89
10987.70	29-Dec-08	6:00:00	155.85	46.83	7411.31	1.9	94.42	288.96	0.84
10987.70	29-Dec-08	6:10:00	139.98	46.78	7030.39	1.87	81.19	227.66	0.79
10987.70	29-Dec-08	6:20:00	125.42	46.74	6682.22	1.81	71.78	170.61	0.75
10987.70	29-Dec-08	6:30:00	111.68	46.69	6363.2	1.72	65.43	118.74	0.7
10987.70	29-Dec-08	6:40:00	99.3	46.65	6074	1.63	61.16	93.72	0.67
10987.70	29-Dec-08	6:50:00	88.42	46.61	5810.27	1.54	57.67	91.17	0.65
10987.70	29-Dec-08	7:00:00	78.75	46.55	5566.78	1.52	52.08	86.94	0.61

Cross Section	Date	Time (hh:mm)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)
10987.70	29-Dec-08	7:10:00	70.73	46.5	5343.08	1.48	47.87	83.61	0.58
10987.70	29-Dec-08	7:20:00	63.87	46.46	5137.56	1.44	44.41	80.77	0.56
10987.70	29-Dec-08	7:30:00	57.98	46.42	4949.89	1.4	41.5	78.3	0.54
10987.70	29-Dec-08	7:40:00	53.1	46.39	4777.42	1.36	39.17	76.26	0.52
10987.70	29-Dec-08	7:50:00	48.97	46.36	4620.06	1.32	37.21	74.51	0.51
10987.70	29-Dec-08	8:00:00	45.34	46.34	4473.83	1.28	35.51	72.95	0.49
10987.70	29-Dec-08	8:10:00	42.4	46.32	4338.61	1.24	34.16	71.7	0.48
10987.70	29-Dec-08	8:20:00	39.78	46.31	4214.29	1.21	32.97	70.56	0.47
10987.70	29-Dec-08	8:30:00	37.61	46.29	4100.69	1.18	31.88	69.52	0.46
10987.70	29-Dec-08	8:40:00	35.85	46.27	3995.93	1.17	30.64	68.3	0.45
10987.70	29-Dec-08	8:50:00	34.24	46.26	3899.03	1.16	29.55	67.21	0.44
10987.70	29-Dec-08	9:00:00	32.81	46.24	3809.88	1.15	28.57	66.22	0.43
10987.70	29-Dec-08	9:10:00	31.52	46.23	3729.41	1.14	27.71	65.24	0.42
10987.70	29-Dec-08	9:20:00	30.43	46.22	3655.59	1.13	26.96	64.35	0.42
10987.70	29-Dec-08	9:30:00	29.46	46.21	3587.24	1.12	26.32	63.58	0.41
10987.70	29-Dec-08	9:40:00	28.59	46.2	3523.6	1.11	25.74	62.88	0.41
10987.70	29-Dec-08	9:50:00	27.79	46.19	3464.35	1.1	25.22	62.25	0.41
10987.70	29-Dec-08	10:00:00	27.06	46.18	3409.44	1.09	24.75	61.66	0.4
10987.70	29-Dec-08	10:10:00	26.38	46.17	3358.11	1.09	24.3	61.1	0.4
10987.70	29-Dec-08	10:20:00	25.75	46.17	3310.33	1.08	23.89	60.59	0.39
10987.70	29-Dec-08	10:30:00	25.16	46.16	3265.4	1.07	23.51	60.09	0.39
10987.70	29-Dec-08	10:40:00	24.61	46.16	3223.94	1.06	23.14	59.63	0.39
10987.70	29-Dec-08	10:50:00	24.08	46.15	3185.54	1.06	22.8	59.18	0.39
10987.70	29-Dec-08	11:00:00	23.57	46.14	3150.06	1.05	22.46	58.74	0.38
10987.70	29-Dec-08	11:10:00	23.08	46.14	3117.28	1.05	22.05	58.2	0.38
10987.70	29-Dec-08	11:20:00	22.59	46.13	3087.01	1.04	21.64	57.66	0.38
10987.70	29-Dec-08	11:30:00	22.11	46.12	3058.52	1.04	21.26	57.15	0.37
10987.70	29-Dec-08	11:40:00	21.63	46.12	3031.34	1.04	20.87	56.63	0.37
10987.70	29-Dec-08	11:50:00	21.17	46.11	3005.53	1.03	20.51	56.14	0.37
10987.70	29-Dec-08	12:00:00	20.75	46.1	2980.36	1.03	20.17	55.67	0.36

الجدول- ١٩-

البيانات المائية للمقطع رقم ٦٤٠٤.٢٧١

Cross Section	Date	Time (hh:mm)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)
6404.271	Max WS		3209.55	28.36	14522.23	1.33	2902.82	1844.79	2.18
6404.271	29-Dec-08	0:10:00	103.89	26.06	2996.7	0.53	195.28	460.34	0.42
6404.271	29-Dec-08	0:20:00	102.6	26.06	2993.38	0.53	193.74	458.94	0.42
6404.271	29-Dec-08	0:30:00	102.17	26.05	2996.52	0.53	193.18	458.43	0.42
6404.271	29-Dec-08	0:40:00	102.24	26.05	3004.88	0.53	193.18	458.43	0.42
6404.271	29-Dec-08	0:50:00	102.45	26.05	3017.24	0.53	193.46	458.69	0.42
6404.271	29-Dec-08	1:00:00	103.22	26.06	3032.81	0.53	194.44	459.58	0.42
6404.271	29-Dec-08	1:10:00	108.49	26.07	3053.22	0.54	200.35	464.93	0.43
6404.271	29-Dec-08	1:20:00	135.2	26.13	3089.99	0.58	231.27	491.97	0.47
6404.271	29-Dec-08	1:30:00	252.23	26.35	3189.84	0.73	346.65	581.87	0.6
6404.271	29-Dec-08	1:40:00	594.22	26.76	3477.03	0.96	630.21	842.91	0.82
6404.271	29-Dec-08	1:50:00	1209.18	27.2	4099.03	1.2	1085.48	1188.12	1.18
6404.271	29-Dec-08	2:00:00	1968.41	27.6	5149.26	1.39	1607.85	1475.59	1.49
6404.271	29-Dec-08	2:10:00	2612.88	27.9	6575.36	1.46	2085.61	1676.41	1.72
6404.271	29-Dec-08	2:20:00	3047.09	28.13	8216.74	1.47	2479.95	1808.9	1.95
6404.271	29-Dec-08	2:30:00	3269.7	28.28	9886.52	1.42	2755.97	1833.14	2.1
6404.271	29-Dec-08	2:40:00	3310.16	28.35	11417.59	1.37	2892.7	1843.95	2.17
6404.271	29-Dec-08	2:50:00	3209.55	28.36	12645.07	1.33	2902.82	1844.79	2.18
6404.271	29-Dec-08	3:00:00	3033.88	28.31	13484.45	1.29	2820.87	1838.27	2.13
6404.271	29-Dec-08	3:10:00	2808.39	28.23	13945.33	1.26	2674.53	1826.68	2.05
6404.271	29-Dec-08	3:20:00	2543.49	28.12	14065.12	1.23	2472.78	1806.51	1.94
6404.271	29-Dec-08	3:30:00	2273.55	27.99	13915.7	1.19	2244.39	1728.48	1.81
6404.271	29-Dec-08	3:40:00	2000.85	27.85	13558.03	1.16	2006.02	1649.7	1.67
6404.271	29-Dec-08	3:50:00	1751.4	27.71	13049.34	1.13	1775.83	1550.77	1.57
6404.271	29-Dec-08	4:00:00	1528.39	27.57	12446.82	1.1	1566.77	1454.62	1.47
6404.271	29-Dec-08	4:10:00	1330.92	27.44	11790.9	1.07	1383.32	1357.93	1.37
6404.271	29-Dec-08	4:20:00	1163.61	27.32	11114.71	1.04	1225.19	1269.68	1.27
6404.271	29-Dec-08	4:30:00	1013.48	27.2	10445.27	1.01	1085.48	1188.12	1.18
6404.271	29-Dec-08	4:40:00	882.05	27.1	9797.88	0.97	964.84	1112.9	1.1
6404.271	29-Dec-08	4:50:00	770.93	27	9175.37	0.94	856.57	1039.52	1.02
6404.271	29-Dec-08	5:00:00	670.74	26.91	8596.98	0.9	767.54	962.98	0.95
6404.271	29-Dec-08	5:10:00	585.53	26.83	8062.37	0.87	690.95	898.04	0.88
6404.271	29-Dec-08	5:20:00	517.75	26.75	7574.96	0.84	624.07	837.39	0.82
6404.271	29-Dec-08	5:30:00	454.24	26.68	7140.14	0.81	565.4	780.12	0.78
6404.271	29-Dec-08	5:40:00	399.62	26.61	6743.59	0.78	516.62	729.53	0.74
6404.271	29-Dec-08	5:50:00	352.97	26.55	6380.3	0.74	474.86	682.55	0.71
6404.271	29-Dec-08	6:00:00	318.69	26.5	6058.07	0.72	441.84	650.49	0.68
6404.271	29-Dec-08	6:10:00	286.64	26.46	5766.05	0.7	410.72	626.25	0.66
6404.271	29-Dec-08	6:20:00	257.11	26.41	5498.39	0.67	381.04	606.11	0.63
6404.271	29-Dec-08	6:30:00	231.87	26.36	5252.03	0.65	354.49	587.49	0.6
6404.271	29-Dec-08	6:40:00	210.84	26.32	5029.26	0.64	331.54	570.91	0.58
6404.271	29-Dec-08	6:50:00	191.79	26.29	4827.63	0.62	310.93	555.6	0.56

Cross Section	Date	Time (hh:mm)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Volume (1000 m3)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)
6404.271	29-Dec-08	7:00:00	173.88	26.25	4642.75	0.6	290.4	539.92	0.54
6404.271	29-Dec-08	7:10:00	159.43	26.21	4473.06	0.59	271.73	525.25	0.52
6404.271	29-Dec-08	7:20:00	145.45	26.18	4317.6	0.57	254.04	510.97	0.5
6404.271	29-Dec-08	7:30:00	133.44	26.15	4176.18	0.56	238.82	498.35	0.48
6404.271	29-Dec-08	7:40:00	122.32	26.12	4045.4	0.55	223.38	485.21	0.46
6404.271	29-Dec-08	7:50:00	112.22	26.09	3925.78	0.54	208.35	472.08	0.44
6404.271	29-Dec-08	8:00:00	103.61	26.06	3814.76	0.53	195.7	460.73	0.42
6404.271	29-Dec-08	8:10:00	96.33	26.04	3711.98	0.52	186.1	451.93	0.41
6404.271	29-Dec-08	8:20:00	89.14	26.02	3616.95	0.5	177.5	443.92	0.4
6404.271	29-Dec-08	8:30:00	80.93	26	3528.7	0.48	167.99	434.94	0.39
6404.271	29-Dec-08	8:40:00	70.98	25.97	3444.75	0.46	155.05	422.4	0.37
6404.271	29-Dec-08	8:50:00	62.31	25.93	3365.45	0.44	140.63	407.97	0.34
6404.271	29-Dec-08	9:00:00	57.56	25.9	3291.98	0.45	128.75	395.69	0.33
6404.271	29-Dec-08	9:10:00	53.55	25.88	3225.02	0.45	120.16	386.58	0.31
6404.271	29-Dec-08	9:20:00	51.1	25.87	3163.77	0.45	114.67	380.62	0.3
6404.271	29-Dec-08	9:30:00	49.33	25.86	3107.54	0.44	110.86	376.45	0.29
6404.271	29-Dec-08	9:40:00	47.56	25.85	3055.66	0.44	107.44	372.65	0.29
6404.271	29-Dec-08	9:50:00	45.58	25.84	3007.34	0.44	103.93	368.72	0.28
6404.271	29-Dec-08	10:00:00	43.49	25.83	2962.39	0.43	100.25	364.55	0.27
6404.271	29-Dec-08	10:10:00	41.24	25.82	2919.89	0.43	95.72	359.21	0.27
6404.271	29-Dec-08	10:20:00	38.76	25.8	2879.86	0.43	90.41	352.5	0.26
6404.271	29-Dec-08	10:30:00	36.41	25.79	2841.82	0.43	85.4	346.07	0.25
6404.271	29-Dec-08	10:40:00	34.58	25.77	2806.49	0.43	81.32	340.73	0.24
6404.271	29-Dec-08	10:50:00	33.27	25.77	2773.71	0.42	78.43	336.86	0.23
6404.271	29-Dec-08	11:00:00	32.31	25.76	2743.69	0.42	76.28	333.96	0.23
6404.271	29-Dec-08	11:10:00	31.54	25.75	2716.24	0.42	74.66	332	0.22
6404.271	29-Dec-08	11:20:00	30.89	25.75	2691.17	0.42	73.25	330.28	0.22
6404.271	29-Dec-08	11:30:00	30.28	25.75	2667.76	0.42	72.04	328.8	0.22
6404.271	29-Dec-08	11:40:00	29.7	25.74	2645.56	0.42	70.84	327.33	0.22
6404.271	29-Dec-08	11:50:00	29.13	25.74	2624.61	0.42	69.75	325.98	0.21
6404.271	29-Dec-08	12:00:00	28.56	25.74	2604.2	0.42	68.66	324.63	0.21

Damascus University
Faculty of Literature and Humanities
Department of Geography

Geographic Information Systems in Mapping Hazards and Finding Suitable Preventative Solutions
(Model of Risks Resulting from a Hypothetical Dam Break)

A Thesis Presented in Fulfillment of the Requirements
for the Master Degree

By

Mohamad Amin Al Hariri

Supervisors

Bahjat Mohamad, Ph. D.   Mohamad Rukieh, Ph. D.

Damascus, Syria